PUBLICATIONS DE

L'INSTITUT TECHNIQUE FRANÇAIS DE LA BETTERAVE INDUSTRIELLE

TRAVAUX EFFECTUÉS

PAR LES STATIONS DE RECHERCHES DE

L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

EN 1958

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
22 JUN 1961

PUBLICATIONS DE

L'INSTITUT TECHNIQUE FRANÇAIS DE LA BETTERAVE INDUSTRIELLE

TRAVAUX EFFECTUÉS

PAR LES STATIONS DE RECHERCHES DE

L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

EN 1958

RAPPORT SUR LES ESSAIS EFFECTUES EN 1958
FERTILISATION DE LA BETTERAVE A SUCRE

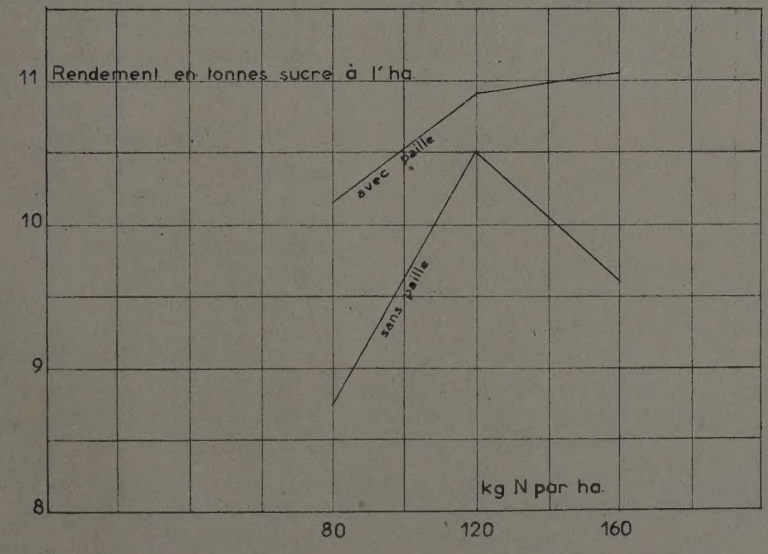
INTERACTION DE LA FUMURE ORGANIQUE ET DE LA FUMURE AZOTEE

par G. BARBIER

Cette expérience a été réalisée dans la pièce des grands Clozeaux du Domaine de Versailles, sur une parcelle contiguë à celle qui porte les essais poursuivis sur le même sujet depuis 1949, et ayant fait l'objet de rapports précédents. Chaque année, l'une des deux parcelles porte une betterave, l'autre un blé, les deux cultures alternant sur chacune.

La nouvelle parcelle comporte depuis 1955, 6 traitements (avec 4 répétitions), 3 avec paille enfouie (80 qx par ha chaque année), 3 sans paille enfouie; les 3 parcelles de chaque groupe reçoivent de mêmes doses croissantes d'azote (ammonitrate au printemps avant le semis). Voici les résultats obtenus en 1958 :

	Avec paille			Sans paille		
KgN ha	T/ha Better	Sucre%(1)	Sucre	T/ha Better.	Sucre%	Sucre
80	62,4	16,32	10,15	52,8	16,38	8,63
120	65,7	16,6	10,9	67,0	15,72	10,5
160	70,5	15,63	11,02	60,7	15,8	9,6



La diminution du rendement par augmentation de l'azote de 120 à 160 en l'absence de paille est significative ($P = 0,05$); la différence des rendements avec paille et sans paille à la dose de 160 kg N est très significative ($P = 0,02$).

Ces résultats confirment ceux des années antérieures :

1° L'application de paille en nature à l'automne, comme d'autres fumures organiques, permet à la betterave de profiter d'une plus forte dose d'azote (déplacement de l'optimum vers la droite et vers le haut).

2° Même en présence d'une dose modérée d'azote (80 kg), la paille a favorisé la croissance de la betterave — donc vraisemblablement son alimentation azotée — et la formation du sucre.

3° En règle générale, dans les conditions pédoclimatiques envisagées, la dose de 120 kg N par ha est voisine de l'optimum, que l'on ait appliqué ou non une fumure organique (le cas d'engrais verts de légumineuses bien réussis étant exclu).

ETUDE DE L'ACTION NUTRITIVE D'ELEMENTS TRACES SUR LA BETTERAVE EN L'ABSENCE DE SYMPTOMES DE CARENCE

par G. BARBIER et L.-A. DURGEAT

Il a été fréquemment observé que certains éléments traces, comme les éléments majeurs, peuvent favoriser la croissance des plantes en l'absence de symptomes pathologiques de carence. Pour la betterave notamment, il a été constaté dans des cultures en vases que l'addition de bore a considérablement favorisé le développement végétatif, bien que les plantes témoins fussent d'aspect sain et ne portassent aucun symptôme extérieur de maladie du cœur.

A la suite d'un essai d'orientation chez M. Michaux, à Ingrannes (Loiret), en 1957, cinq essais ont été réalisés en 1958 par l'I.T.B., en relation avec la Station Centrale d'Agronomie et le Service de Biométrie et d'Expérimentation Agricole. Le plan et les résultats de ces essais ont été décrits en détail dans les publications de l'I.T.B. (Compte-rendu de travaux effectués en 1958).

Les traitements ont été les suivants :

1. — Bore + Magnésie + Cuprosan.
2. — Témoin sans aucun oligo-élément.
3. — Magnésie + Cuprosan.
4. — Bore + Cuprosan.
5. — Bore + Magnésie.
6. — Bore tout seul.

DOSE APPLIQUEE :

BORE : 15 kg./ha de Borate de soude épandus avant le semis.
MAGNESIE : 80 kg. de Magnésie sous forme de sulfate de magnésie hydraté (16 % de Magnésie).

CUPROSAN : (qui contient 37,5 % de Cuivre et 15 % de Zinèbe — 2 pulvérisations à 4 kg./ha dans 1.000 litres d'eau, en juillet et août — 8 répétitions).

En outre, ce plan a été doublé dans trois des essais, pour étudier l'influence de la potasse (K_1 = 200 kg. KCl avant labour — K_2 = 200 kg. KCl avant labour + 250 kg. SO_4K_2 au semis.)

Seuls les essais effectués à Reims et à Ingrannes ont été significatifs (celui de Reims à la fois pour le poids des betteraves et la densité, celui d'Ingrannes pour le poids des betteraves seulement).

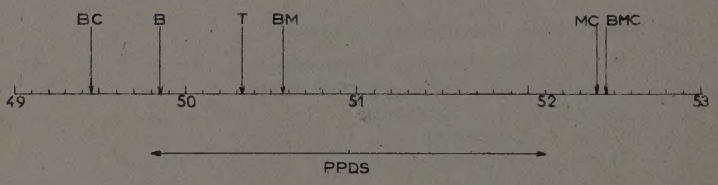
ESSAI DE REIMS

Traitement	*Poids (en T./ha.)*
Bore	49,825
Bore + Cuprosan	49,469
Bore + Magnésie	50,590
Bore + Cuprosan + Magnésie	52,484
Magnésie + Cuprosan	53,369
Témoin	50,309

Moyenne générale : 50,841 T./ha.

Plus petite différence significative : 2,600 T.

IMAGE STATISTIQUE



Le traitement Magnésie + Cuprosan a augmenté significativement le rendement. Il est improbable que ce résultat soit attribuable à une action antiparasitaire, car les betteraves de ce champ étaient partout particulièrement saines.

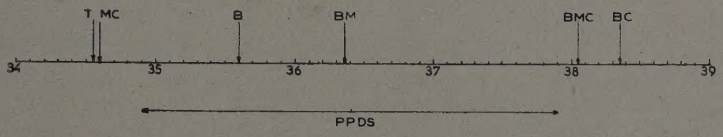
ESSAIS D'INGRANNES

Traitement	*Poids (en T./ha.)*
Bore	35,603
Bore + Cuprosan	38,375
Bore + Magnésie	36,370
Bore + Cuprosan + Magnésie	38,029
Magnésie + Cuprosan	34,597
Témoin	34,573

Moyenne générale : 36,224 T./ha.

Plus petite différence significative : 2,600 T.

IMAGE STATISTIQUE



Les traitements de Bore + Cuprosan et Bore + Cuprosan + Magnésie ont augmenté significativement le poids des betteraves.

*
* *

Ces essais indiquent que la betterave est susceptible de profiter d'un apport d'éléments traces même si elle ne porte pas de symptômes visibles de carence. Ils méritent d'être poursuivis. En 1959, le Cuivre et le Zinc ont été apportés au sol sous forme de Sulfate, pour que leur effet éventuel ne puisse être attribué à une action antiparasitaire.

Travaux effectués à la Station Centrale de Physiologie Végétale

par Henri DURANTON,

C.N.R.A. de Versailles

Les travaux effectués par la Station de Physiologie Végétale sur la Betterave, en 1958, sont de deux ordres :

1° Un travail à long terme (4 ans) portant sur l'étude de la physiologie de la betterave à sucre au cours du cycle végétatif et pendant la période de stockage de la racine. On prévoit l'analyse des variations des teneurs en composés solubles de la betterave (sucres, substances azotées, acides organiques). Ainsi que les transformations qu'ils subissent dans le temps.

La connaissance parfaite de la composition biochimique de la betterave à sucre aux différentes périodes de son développement et l'analyse des transformations qu'elle subit au cours de sa conservation, doivent permettre d'éclaircir les relations existant entre les différents stades physiologiques, la date de la récolte et la composition de cette racine en vue d'une exploitation industrielle rationnelle. (Problème de l'acide glutamique...)

Le Laboratoire comportant une salle spécialisée dans la culture des tissus végétaux, poursuivra, parallèlement à l'étude en plein champ, une analyse de la composition biochimique de fragments de betteraves cultivés *in-vitro*. Nous espérons obtenir ainsi d'utiles renseignements sur les différents facteurs, physiques et chimiques jouant sur cette composition.

Nous avons déjà mis au point les techniques d'extraction et de dosage des sucres et des acides organiques.

Pour les sucres, nous utilisons la technique de Park et Johnson (J. Biol. Chem. *181*, 149-151, 1949).

Nous séparons et dosons les acides organiques par chromatographie sur colonne de silice, suivant la méthode Bove-Raveux.

Actuellement, nous procédons à la mise au point de la séparation et du dosage des acides aminés libres d'une manière automatique, en suivant le procédé de Moore et Stein. Ce procédé consiste à chromatographier les extraits azotés aqueux sur une colonne de résine échangeuse d'ions (Amberlite I.R. 120). La technique que nous utilisions jusqu'à présent (Dowex 50 X 8) ne permettait pas des dosages en série. Nous comptons encore sur trois à quatre mois de travail avant d'appliquer la technique de Moore et Stein aux recherches envisagées.

2° Application de l'analyse pétiolaire à l'étude de la fertilisation azotée de la betterave à sucre.

A Ulrich, aux Etats-Unis, a mis au point un test permettant de suivre, avec rigueur, la nutrition de la betterave à sucre, tant en azote qu'en potasse ou en phosphore. Cette méthode consiste à suivre la concentration des éléments N P K dans les pétioles de la plante par l'analyse chimique, et cela à différentes périodes de l'année. Les courbes tracées à partir de ces données permettent de définir un niveau critique, sous lequel la teneur en l'un des éléments ne doit pas descendre si l'on veut une alimentation rationnelle de la plante. Ce test était absolument nécessaire aux Etats-Unis où, par exemple, l'azote est souvent le facteur limitant pour le développement de la betterave. En France, ce n'est pas le cas, mais on pouvait se demander si un tel test ne serait pas utile pour étudier les problèmes de la fertilisation azotée de cette plante. (Date d'application des fumures, problème de la nitrification...)

Dans cette optique, l'expérimentation a été la suivante :

Dans un champ ayant, les années précédentes, subi les façons culturales normales, nous avons délimité quatre parcelles, qui ont été ensemencées en betteraves « Elite Desprez ».

La parcelle n° 1 n'a reçu aucun apport d'engrais azoté.

La parcelle n° 2 a reçu un apport tardif de nitrate de calcium (200 kg/Ha le 20 juin 1958).

La parcelle n° 3 a reçu cette dose d'azote d'une manière échelonnée : 100 kg/Ha le 18 avril 1958, 100 kg/Ha le 1er juin 1958.

La parcelle n° 4 a reçu 200 kg d'azote/Ha en une fois le 18 avril 1958.

Dans chaque parcelle, au cours de l'année, on a prélevé 100 pétioles, correspondant à des feuilles de la périphérie, bien vertes, en ayant soin d'effectuer un échantillonnage le plus homogène possible. Après avoir tué les tissus à 100-105°, pendant dix minutes, on a opéré un séchage définitif à 60-65°. Le matériel, réduit en poudre, les nitrates qu'il contient ont été dosés selon les techniques classiques.

Quels ont été les résultats obtenus ?

On peut, dès à présent, dire que la technique d'Ulrich reflète parfaitement les effets de la fertilisation sur la nutrition de la plante. En particulier, on peut constater que les betteraves qui n'ont pas reçu d'azote, bien que sur des terres riches, renferment, dans leurs pétioles, dix fois moins de nitrates que les plantes des parcelles 2, 3 et 4. Pour ces plantes, au cours de l'année, on constate nettement une « faim d'azote » pendant le mois d'août. Par contre, au mois de septembre, la teneur en nitrates de leurs

pétioles est trois fois plus élevé. Ce phénomène s'observe également sur les autres parcelles. On peut penser qu'à cette époque de l'année il se produit dans le sol une nouvelle phase de nitrification.

Autre observation : Une fertilisation azotée précoce de la betterave (200 kg/Ha le 18 avril 1958), fait sentir ses effets sur une période étendue du cycle véégtatif de la plante, jusqu'au 30 septembre, dans le cas des expériences analysées. Par contre, un apport d'azote tardif se traduit par une assimilation rapide, mais momentanée.

Enfin, signalons que, confirmant les travaux antérieurs de M. Coic, cette expérimentation a montré que plus l'azote est amené tôt, plus la teneur en sucres de la racine est élevée. Par contre, des notations correspondant à l'attaque des cultures par le *Cercospora beticola* ont montré qu'elle était d'autant plus violente que l'azote était apporté tôt.

Les observations que nous venons de donner sont pour nous secondaires. Nous désirions savoir si l'analyse pétiolaire, telle que l'ont définie Ulrich et ses collaborateurs, était un test applicable en vue d'études sur la fertilisation de la betterave à sucre. Aujourd'hui, nous pouvons répondre par l'affirmative à une telle question.

LE DESHERBAGE DES BETTERAVES SUCRIERES

par R. LONGCHAMP

Le problème du désherbage des cultures de Betteraves sucrières n'est à l'ordre du jour que depuis peu de temps. Il n'en était pas question il y a dix ans parce qu'on considérait alors la Betterave comme une plante sarclée dans laquelle les façons culturales nécessaires devaient venir à bout des mauvaises herbes. La situation a évolué et l'on assiste de tous côtés à des tentatives pour appliquer à la betterave les méthodes et les produits qui sont largement employés sur d'autres cultures comme les céréales par exemple. Il y a à cela des raisons d'ordre technique et d'ordre psychologique.

La première raison technique est la mécanisation croissante de la culture betteravière, mécanisation rendue indispensable par la raréfaction de la main-d'œuvre. Cette mécanisation n'est réalisable que dans des terres propres. Sans parler de la gêne que peuvent apporter les mauvaises herbes au fonctionnement des machines, il faut bien constater que le ramassage mécanique est susceptible de transporter jusqu'à l'usine des quantités surprenantes de mauvaises herbes qui, malgré l'établissement de désherbeurs sur caniveaux, sont susceptibles de causer des troubles dans le fonctionnement des lavoirs. (Cas observé à Eppeville avec la Morelle). L'extension de certaines mauvaises herbes comme le Vulpin peuvent d'autre part causer des ennuis sérieux au démariage qui devient difficile à réaliser lorsque les jeunes plantes disparaissent plus ou moins sous un tapis continu d'adventices.

Il y a également, dans l'intérêt que suscite le désherbage, des raisons psychologiques qui tiennent les unes à l'utilisateur, les autres aux fabricants de produits. Les utilisateurs d'herbicides sont de plus en plus nombreux : traiter est à la mode à tel point qu'on voit fréquemment exécuter des traitements sur des cultures qui auraient pu s'en passer! Les fabricants d'herbicides sont de leur côté à l'affût de tous les débouchés nouveaux et l'on comprend que l'importance des surfaces plantées en betteraves ait suscité une émulation générale pour que cette culture devienne à son tour l'objet de traitements systématiques.

Où en sommes-nous actuellement ? Le moins qu'on puisse dire, c'est que la question n'est pas encore au point.

Les premiers résultats semblent orienter les recherches surtout vers des traitements de préémergence. D'après les Belges, le nitrate de soude serait cependant susceptible d'être utilisé en post-émergence comme désherbant.

Les colorants nitrés donnent des résultats favorables en ce qui concerne la destruction des mauvaises herbes mais ils ont souvent une influence défavorable sur la betterave. Les urées substituées et le Dalapon présentent les mêmes inconvénients. Il en est de même pour les mélanges de dimithylurée et d'acide chloranilique dont l'action dépressive n'affecte toutefois que les premiers stades de la végétation.

Il convient cependant avant de conclure définitivement, de mesurer dans quelle proportion les rendements peuvent être affectés par ces divers types d'herbicides possibles. C'est à cette question que nous essayerons de répondre avec les essais en cours cette année

RECHERCHES SUR LA SELECTION DE LA BETTERAVE SUCRIERE

(Résistance aux maladies - Stérilité mâle - Polyploïdie - Monogermie)

par J. MARGARA, H. LABY et H. TOUVIN

Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes - Versailles

I. — PROGRAMME DE TRAVAIL ET MATERIEL EN COURS DE SELECTION

Le programme de travail pour 1958 comprenait :

a) la sélection de géniteurs ou de familles améliorées, orientée vers l'obtention de matériel résistant au Cercospora, tolérant à la jaunisse ou monogerme,

b) l'étude de méthodes de sélection ou de techniques utilisables par le sélectionneur.

Nous disposons actuellement du matériel suivant :

500 familles résistantes au Cercospora à des degrés divers,

100 familles étudiées pour leur tolérance éventuelle à la jaunisse.

90 familles monogermes (ou en disjonction pour ce caractère),

3 groupes de familles tétraploïdes,

2 groupes de familles mâles-stériles.

En raison de l'importance du matériel le programme est réparti sur deux années. En 1958, la sélection des plantes en première année de culture a porté sur des familles monogermes ou résistantes au Cercospora et sur quelques familles polyploïdes. En stade porte-graines les familles étaient réparties entre 60 emplacements isolés par la distance et 245 toiles pour autofécondation ou croisement contrôlé. De plus des autofécondations ont été pratiquées sous manchon de toile et depuis trois ans des isolements par rideaux de chanvre sont étudiés.

II. — SELECTION

A. — Résistance au Cercospora.

Les familles les plus anciennes ont subi une autofécondation suivie de croisements frères x sœurs répétés pendant 3 à 5 générations. Leur résistance à la maladie est généralement bonne, mais leur rendement est faible par suite d'un effet dépressif souvent net à partir de la troisième génération de croisement frère x sœur; il s'agit donc maintenant de recombiner ces familles.

Des croisements entre familles d'origines différentes suivis d'essais comparatifs portant sur les hybrides obtenus sont effectués depuis quelques années. En 1958, l'essai placé sous deux conditions, (non infection et forte infestation provoquée par contamination artificielle) comprenait des hybrides provenant de croisements entre 2, 3 ou 4 familles. Les résultats présentés au tableau I montrent qu'en l'absence de maladie aucune différence significative n'a été relevée entre les différents hybrides et les variétés commerciales ordinaires témoins.

Dans le cas de fortes infestations plusieurs hybrides ont donné des résultats supérieurs à ceux des variétés sensibles et égaux ou supérieurs à ceux des variétés résistantes étrangères témoins. Ce résultat confirme celui de l'année précédente. Nous avions obtenu, dans un polycross comportant huit familles d'origines différentes, des hybrides à rendement comparable à celui des variétés commerciales sensibles en l'absence de maladie.

Il semble donc établi qu'il n'y a pas de corrélations génétiques entre résistance au Cercospora et faible rendement, la faible productivité de certaines variétés résistantes provenant sans doute de leur origine génétique restreinte.

Le programme actuel s'oriente vers la recherche des meilleures combinaisons entre familles par la méthode des « Top crosses » entre une lignée mâle-stérile et les familles à étudier.

B. — Obtention de betteraves monogermes.

Les familles que nous possédons sont des F2, F4 ou F5 après 1 ou 2 croisements avec des familles productrices et résistantes au Cercospora. Certaines ont une richesse élevée mais une racine petite. La grosseur des fruits monogermes a été nettement augmentée par rapport à celle des géniteurs.

TABLEAU I

Essais de rendement des hybrides entre familles résistantes au Cercospora

	Non infection		Infection très forte				Observations
	Rendement en sucre		Rendement en sucre		Intensité d'infection		
	en g. par racine	en % de Klein CR	en g. par racine	en % de Klein CR	Note de 0 à 6 le 8/9	10/10	
Klein N	124,2	117	94,7	89	4	6	Variété commerciale sensible
1×2×3	117,7	111	120,2	110	1-2	3-4	
1×3	113,0	106	108,8	100	1-2	3-4	
1×2×3×4	111,9	105	92,5	85	1-2	3-4	
Klein CR	106,3	100	109,0	100	2-3	4	Variété commerciale résistante
2×3×4	103,8	98	105,4	97	1-2	3-4	
1×2×4	102,3	96	96,4	88	1-2	3-4	
CLR	102,2	96	106,6	98	1-2	3	Variété commerciale résistante
2×3	101,8	96	124,1	113	1-2	3	
1×3×4	99,7	94	96,4	88	1-2	3	
3×4	97,6	92	94,1	86	1-2	3-4	
2×4	97,6	92	108,9	100	1	2	
1×4	93,5	88	95,1	87	2	4-5	
1×2	90,9	85	112,6	103	1-2	3	
Plus petite différence significative	23,4						

Les caractéristiques des familles étudiées sont les suivantes :

Lignées	Poids moyen des racines	Teneur en sucre %	Caractéristiques
F5	560	16,0	racine médiocre, bouquet foliaire réduit, sensible au Cercospora
F4 (après 1 recroisement)	520	14,7	poids encore trop faible, bonne résistance au Cercospora
F2 (après 2 recroisements)	575	14,5	grande variabilité pour le poids et la teneur en sucre, bonne résistance au Cercospora, présence de quelques bigermes
Klein ZZ	680	15,1	témoin
Klein N	850	13,7	»

L'obtention de betteraves monogermes tétraploïdes a été entreprise cette année.

C. — **Tolérance à la jaunisse.**

La sélection est effectuée exclusivement à partir d'hybridation entre betterave sucrière et des géniteurs tolérants issus de certains écotypes de Beta maritima L. Les lignées ont subi 1, 2 ou 3 recroisements suivis d'autofécondations. Les observations de 1958 ont montré que la tolérance des lignées les plus proches du matériel de départ était bonne, tandis que celle des lignées ayant subi trois recroisements était plus faible mais encore nette.

Les caractéristiques moyennes des lignées observées en 1958 sont résumées dans le tableau suivant

Type de lignées	Poids de la racine en g.	Teneur en sucre en %	Intensité des symptômes de jaunisse (1)
Lignées après 2 recroisements	400 à 600	16	1 à 2
Lignées après 3 recroisements	700	15	2 à 3
Témoin Klein N	800	14,2	3 à 4
Témoin A J 2	700	14,1	3 à 4

(1) échelle de notation 0 à 5 :

0 = absence de symptômes ;

5 = jaunissement et nécroses généralisées.

III. — METHODES ET TECHNIQUES DE SELECTION

L'évolution des méthodes de sélection de la betterave est conditionnée principalement par deux facteurs : possibilité d'utilisation de la stérilité mâle permettant la production de variétés hybrides et d'autre part, modalités d'utilisation de la polyploïdie.

A. — **Stérilité mâle.**

Nous avons recherché d'une part à rassembler du matériel : lignées mâle-stériles et pollinisateurs de type O permettant de conserver la stérilité.

Mais nous avons surtout cherché à voir dans quelle mesure un schéma de sélection utilisant la stérilité mâle était applicable et quels étaient les problèmes qu'il soulevait.

Les conclusions des observations des dernières années sont les suivantes :

1) une stérilité-mâle totale a pu être maintenue pendant trois générations successives par croisement entre plantes à anthères blanches et pollinisateurs de type O,

2) les gènes permettant l'extériorisation de la stérilité sont fréquents puisque dans l'ensemble de nos familles 27 % de plantes ont donné des descendances à anthères blanches par croisement avec des plantes mâles-stériles,

3) ce ne sont pas les mêmes pollinisateurs qui donnent 100 % de plantes à anthères blanches en croisement avec les mâles-stériles annuels et les mâles-stériles bisannuels tous deux reçus des U.S.A. Il est vraisemblable que les gènes qui permettent la stérilité chez les plantes portent le facteur cytoplasmique S sont plus nombreux qu'on ne le croyait ; et chez des lignées sélectionnées de manière indépendante à partir d'une même origine il a pu se constituer des équilibres géniques différents.

Enfin, nous avons constaté également que certaines familles qui sont demeurées mâles-stériles pendant deux générations, ont donné à la troisième des plantes à anthères jaunes. D'autre part, sur la même plante des anthères blanches et des anthères contenant un peu de pollen coexistent parfois. Il semble bien que l'extériorisation de la stérilité-mâle dépende des facteurs du milieu et même de conditions internes, et qu'il faille par conséquent. continuer la sélection avec sévérité dans les lignées paraissant stables.

Des familles mâles-stériles et des familles de type O ont été placées en essai comparatif en 1958 pour étudier leur valeur agronomique. Les résultats en sont donnés au tableau 2 ; la plupart des familles ont un poids et une teneur en sucre moyenne, de type N.

TABLEAU II

Rendement de quelques familles androstériles et de type O

Familles ou Témoins	Caractéristiques	Poids moyen des racines (en g.)	Richesse en sucre (en %)	Rendement en sucre (g. par racine)
Klein E	Témoin	992	13,3	131,9
57 BC 3285	androstérile	832	13,1	109,0
57 BC 3290	androstérile	670	14,5	97,1
Klein ZZ	Témoin	569	16,5	93,9
57 BC 3288	androstérile	677	13,7	93,7
57 AB 1831	famille riche en sucre	557	16,2	90,2
57 BC 3287	androstérile	605	14,9	90,1
57 BC 3248	type O	632	14,2	89,7
57 BC 3246	type O	624	14,1	88,0
57 BC 3242	type O	610	14,2	86,6
57 BC 3244	type O	616	13,9	85,6
57 X 1797	famille riche en sucre	498	16,0	79,7
Plus petite différence significative		62,7	0,91	20,9

Nous avons continué en 1958, les essais destinés à rechercher si l'on ne pouvait pas provoquer la stérilité mâle par un traitement chimique. Il semble qu'il soit assez facile de trouver des produits qui à certaines doses provoquent la stérilité des organes mâles sans léser les organes femelles (en particulier l'hydrazide maléique et le dichloroisobutyrate de sodium ont donné des résultats), mais en raison sans doute de la floraison très échelonnée de la betterave et du caractère très fluctuant de la stérilité mâle il semble difficile sinon impossible d'obtenir une stérilisation homogène sur une même plante et dans une parcelle entière.

B. — Polyploïdie.

Le travail a porté essentiellement sur les deux points suivants :

1) poursuite de la sélection. Elle est orientée vers l'obtention de familles tétraploïdes résistantes au Cercospora ou monogermes.

2) étude des possibilités d'applications de la méthode rapide de détection du nombre de génomes par la numération des chloroplastes.

La séparation des courbes de fréquence des diploïdes, des triploïdes et des tétraploïdes est bonne. Dans une population commerciale polyploïde, les moyennes de nombre de chloroplastes ont été : pour les $2n = 14,77 \pm 1,35$
pour les $3n = 19,71 \pm 1,62$
pour les $4n = 24,89 \pm 1,98$

La zone de chevauchement des diploïdes et des triploïdes se situe dans les conditions des observations entre 15,5 et 17,5. En considérant comme polyploïdes les plantes ayant plus de 17 chloroplastes dans les cellules stomatiques, l'erreur aurait été de l'ordre de 5 %.

En conclusion, la numération des chloroplastes pourrait être utilisée pour le contrôle des lots commerciaux à condition d'effectuer par mesure de prudence un petit nombre de déterminations par une méthode de numération chromosomique.

Pour les années prochaines, l'orientation du travail en ce qui concerne la polyploïdie prévoit une étude comparative des hybrides diploïdes, triploïdes et tétraploïdes. Il semble en effet que l'utilisation de la polyploïdie puisse entraîner des modifications importantes des méthodes de sélection de la betterave.

En effet, l'avantage des hybrides triploïdes sur les hybrides diploïdes, s'il existe, peut être dû à un équilibre noyau-cytoplasme, le nombre de génome optimum étant 3 ; mais il n'est pas impossible qu'il provienne d'un renforcement de l'effet d'hétérosis chez les polyploïdes. Dans le premier cas les variétés devront être triploïdes à 100 % et ne pourraient être obtenues que par l'utilisation de la stérilité-mâle, ce qui exige de la part des sélectionneurs des moyens considérables.

Dans le cas d'un équilibre génique, il se pourrait que des tétraploïdes hétérozygotes aient un rendement élevé. Et dans ce cas les méthodes de sélection utilisées pourraient être plus simples. L'étude d'hybrides diploïdes, triploïdes et tétraploïdes comparables a été entreprise cette année grâce à l'utilisation des mâles-stériles.

TRAVAUX REALISES AU COURS DE L'ANNEE 1958 A LA STATION CENTRALE DE PATHOLOGIE VEGETALE

I. — CERCOSPORA DE LA BETTERAVE

par H. DARPOUX, M. ARNOUX et A. LEBRUN

II. — ESSAIS DE DESINFECTION DES GLOMERULES DE BETTERAVE

par H. DARPOUX et A. LEBRUN

III. — JAUNISSE DE LA BETTERAVE

par E. PERDRIZET et C. MARTIN

RECHERCHES SUR LE « Cercospora beticola » REALISES AU COURS DE L'ANNEE 1958

par H. DARPOUX, M. ARNOUX et A. LEBRUN

Station Centrale de Pathologie Végétale

L'étude de la durée de la contamination et de l'éclosion a été poursuivie en cages climatisées.

L'expérimentation au champ a eu pour but de préciser l'influence de la dose et du stade d'application sur l'efficacité de quelques fongicides, de comparer trois techniques de traitement et d'étudier l'influence des irrigations par aspersion sur le développement de la maladie.

I. — ETUDE DE LA DUREE DE LA CONTAMINATION

1° Influence de la température.

Nous avions précédemment étudié la durée de la contamination à 25° C. Cette année, des expériences ont été réalisées à 20° et 28°5.

Les plantes, après avoir reçu une suspension de spores, ont été laissées des temps variables en cages climatisées à 100 % d'humidité.

A la sortie de la cage, elles ont été traitées par une bouillie à 0,5 % de cuivre de l'oxychlorure, puis mises en serre pendant 15-20 jours à une température de 15-20° et une humidité comprise entre 60 et 90 %. On a alors compté les taches de *Cercospora* sur chaque plante.

Température 20°		Température 28°5	
nbre de jours en cage climatisée	nbre de taches (moyenne de 4 plantes)	nbre de jours en cage climatisée	nbre de taches (moyenne de 4 plantes)
0	6	0	0
1	7	1	5
2	3	2	23
3	7	3	29
4	17	4	59
5	21	5	140
6	70	6	175
7	90	7	180

A 20° les contaminations ont été faibles pendant les cinq premiers jours, plus importantes à partir du sixième jour.

A 28°5, on peut signaler de légères contaminations les deuxième et troisième jours, des attaques d'intensité moyenne le quatrième jour et forte les cinquième, sixième et septième jours.

2° Influence de l'âge des plantes.

Le nombre de taches a été en général plus élevé sur les jeunes plantes que sur les plantes âgées, en particulier pour les troisième, quatrième et cinquième jours.

3° Influence du produit de traitement.

Un essai a été réalisé à 25°, dans les mêmes conditions, avec traitement à la sortie de la cage par deux types de produits : oxychlorure de cuivre (500 g. de cuivre par hectolitre), oxyquinoléinate de cuivre 120 g/Hl.

cage climatisée nbre de jours en	nbre de taches (moyenne de 4 plantes) Oxyquinoléinate de cuivre	Oxychlorure de cuivre
3	3	5
4	4	15
5	20	23
6	52	95
7	60	140
8	160	155

On peut constater un effet plus important de l'oxyquinoléinate de cuivre les sixième et septième jours, ce qui semble indiquer une action curative partielle de ce produit.

II. — ETUDE DE L'ECLOSION

Lorsqu'une contamination s'est réalisée à partir de spores déposées un jour donné sur les feuilles de betteraves, toutes les taches n'apparaîtront pas en même temps.

Dans une expérience réalisée dans une cage climatisée réglée à 22° et 100 % d'humidité, les premières taches sont apparues quatorze jours après la pulvérisation de spores, le maximum étant noté le vingt-deuxième jour.

nombre de taches
(moyenne de 10 plantes de 11 feuilles)

14e jour	18e jour	22e jour
71	178	285

Le nombre de taches était donc quatre fois plus élevé le vingt-deuxième jour que le quatorzième jour.

III. — INFLUENCE DE LA DOSE ET DU STADE D'APPLICATION SUR L'EFFICACITE DE QUELQUES FONGICIDES

Cet essai mettait en comparaison cinq produits, appliqués chacun à deux doses(simple et double) et à trois stades par rapport à la date d'inoculation.

	Produits	Doses	Stades 1 : 4 jours avant l'inoculation	2 : 2 jours après l'inoculation	3 : 4 jours après l'inoculation
N°°	Nature				
I	Témoin non traité	a = — b = —			
II	Ox. cuivreux (50% Cu)	a = 0,25% b = 0,50			
III	Thirame (90 % m.a.)	a = 0,15 b = 0,30			
IV	Diméthyldithiocarbamate de Cu (42 % Cu)	a = 0,25 b = 0,50			
V	Phaltane (à 50 % m.a.)	a = 0,15 b = 0,30			
VI	Lactate de ph. merc. tri. éth. amm. (à 5 % m.a.)	a = 0,05 b = 0,10			

Avec le témoin non traité, les combinaisons de ces trois facteurs donnaient 36 parcelles par répétition. Le dispositif expérimental était réalisé comme suit :

Le facteur « produits » (+ témoin) était attribué à un carré latin 6×6, dont les parcelles étaient chacune subdivisée en six sous-parcelles élémentaires de 20 m2. Dans ces dernières, étaient réparties les combinaisons entre doses et stades de traitement. Le tableau I donne le détail de tous les traitements.

La contamination générale de l'essai a été effectuée le 23 juin 1958, à l'aide d'une suspension de mycélium broyé (Inoculum d'une culture en fiole de Roux pour 120 m2).

L'éclosion des taches s'est produite à partir du 7 juillet. Deux séries de notations ont été pratiquées :

1) le 18 juillet, on a testé les éclosions primaires en comptant le nombre de taches sur huit betteraves prises au hasard dans chaque parcelle. Ces notations expriment donc l'effet immédiat des traitements sur la contamination primaire.

2) le 25 septembre, on a effectué une deuxième série de notations par la technique habituelle dans le cas d'attaques importantes.

Les résultats de ces deux séries de notations sont groupés dans le tableau II. Les chiffres indiquent toujours le nombre moyen de taches par feuille, et ne sont mentionnés que pour les effets significatifs.

Les effets principaux mettent en évidence :

1) L'action fongicide significative de tous les produits par rapport au témoin, avec une meilleure efficacité des n^{os} II et IV.

2) Les deux doses, considérées en général, ne donnent pas d'action différente au 18 juillet, mais se différencient au 25 septembre. Ce fait est probablement lié au meilleur maintien d'une plus forte concentration en matière active dans le cas de la dose double. Toutefois, la différence d'efficacité est très faible.

3) En ce qui concerne les trois stades de traitement, le n° 2 s'avère supérieur aux deux autres. Parmi ces derniers et dans l'effet immédiat sur les attaques primaires, le n° 3 se montre supérieur au n° 1, cette différence disparaissant au 25 septembre. Une seule interaction se montre significative : celle entre Produits et Stades de traitement. Les chiffres obtenus dans ce domaine permettent de tirer des conclusions intéressantes sur les différentes propriétés des fongicides comparés. Ils mettent en évidence les précautions qu'il faut prendre avant d'établir la classification des produits.

Effets		Notations du 18-7		Notations du 25 9	
Nature	N°	Moy.	Signification	Moy.	Signification
Produits	I	190,0	d = ± 20,8	294,5	d = ± 15,9
	II	31,9		210,3	
	III	56,1		240,4	
	IV	22,1		209,9	
	V	56,1		249,8	
	VI	51,8		235,1	
Doses	a	46,1	Effet non sign.	233,6	d = ± 8,5
	b	41,1		224,6	
Stades	1	63,4	d = ± 11,9	236,2	d = ± 10,5
	2	26,7		215,7	
	3	40,8		235,5	
Interaction Prod. × Stades	II.1	31,2	d = ± 26,7	201,9	d = ± 23,6
	II.2	16,3		200,5	
	II.3	48,2		228,4	
	III.1	70,2		236,2	
	III.2	47,0		233,2	
	III.3	51,3		251,7	
	IV.1	22,5		212,6	
	IV.2	13,4		189,2	
	IV.3	30,5		228,0	
	V.1	75,5		260,5	
	V.2	39,5		232,5	
	V.3	53,4		256,5	
	VI.1	117,7		269,8	
	VI.2	17,1		223,0	
	VI.3	20,5		212,7	
Interaction Prod. × Doses			Effets non significatifs		Effets non significatifs
Interaction Doses × Stades					
Interaction Pr. × Doses × St.					

On conçoit en effet les différences que l'on obtiendra dans les résultats selon qu'on aura serré de plus ou moins près les stades de vulnérabilité du parasite.

Il paraît donc souhaitable, lorsque les connaissances de base sur le parasite le permettent, de procéder à des essais combinant les facteurs utiles à une information complète de la valeur des produits étudiés.

II. — ESSAI COMPARATIF DE TROIS TECHNIQUES DE TRAITEMENT CONTRE LE « Cercospora beticola »

Cette expérience mettait en comparaison, à côté du témoin sans traitement :

— la pulvérisation classique avec 1.000 l/Ha.
— la pulvérisation pneumatique formule aqueuse.
— la pulvérisation pneumatique formule huileuse.

Pour chacune des trois techniques, la quantité de matière active distribuée par hectare était la même (2 kg. 5 de Cu métal sous forme d'oxychlorure de cuivre).

Les conditions d'établissement de cet essai n'ont pas permis une mise au point suffisante du dispositif expérimental. Ce dernier, utilisait la méthode des blocs, avec trois répétitions. Les parcelles mesuraient 120 m2, dimensions rendues nécessaires pour compenser l'imprécision des limites des traitements à faible volume.

Le champ d'essai a été contaminé artificiellement le 28 juillet, avec une suspension de mycélium broyé. Les traitements ont été appliqués le 30 juillet, et les notations effectuées le 27 août et le 25 septembre.

On trouvera dans le tableau III les résultats de ces notations, exprimés comme précédemment en nombres moyens de taches par feuille.

TABLEAU III

Traitement	Nb. taches par feuille	
	au 27/8	au 25/9
Témoin	31,2	267,0
Pulv. classique 1000 l/Hl	2,1	97,6
Pulv. pneu. aqueuse 80 l/Ha	1,8	67,3
Pulv. pneu. huileuse 30 l/Ha	2,6	132,0
Signification	d = ± 7,3	d = ± 33,2

Au 27 août 1958, les trois techniques se classent à peu près à égalité. Il faut signaler de légères brûlures occasionnées par la formule huileuse.

A plus longue échéance (notations du 25 septembre), on peut constater que la persistance d'action est différente pour la formule huileuse et les deux formules aqueuses en faveur de ces dernières. Ceci confirme donc l'intérêt des pulvérisations pneumatiques aqueuses sous faible volume. Néanmoins, il serait nécessaire de reprendre cet essai en 1959 avec un dispositif mieux adapté au problème.

III. — INFLUENCE DES IRRIGATIONS PAR ASPERSION SUR LES ATTAQUES DE « Cercospora beticola »

Cet essai concernait une étude préliminaire du rôle joué par les arrosages « au canon » sur les attaques de Cercospora ; en outre, l'essai mettait en jeu deux niveaux d'infection différents.

Le dispositif expérimental était le carré latin 6×6, dont les parcelles étaient subdivisées en deux moitiés de 15 m2*. Il était implanté sur une culture de betterave sucrière mise à notre disposition par M. Vachon, à Livron (Drôme) et réalisé avec la collaboration de l'I.T.B. et la Protection des Végétaux de Valence.

L'inoculum, constitué par des feuilles malades de la récolte 57, réduites en poudre, a été répandu sur l'essai le 11 juin.

Les arrosages, effectués le 21 juin et le 4 août, représentaient environ 30 mm. d'eau chacun. Les traitements furent renouvelés deux fois.

Stade de traitement — *Inoculum*

I : 2 jours avant arrosage — a) fort

II : 2 jours après arrosage — b) faible

Produits

1 - Témoin

2 - Oxyde cuivreux } 2 kg. 5 Cu Ha

3 - Sulfate de cuivre basique

Les notations, comme pour les essais précédents, ont été effectués à deux dates. Les résultats figurent au tableau IV.

TABLEAU IV

Effets		Notations du 2 9 58		Notations 2/10 58	
Nature	N°	Moy.	Signification	Moy.	Signification
	1	111,9		226,9	
Produits	2	56,9	d = ± 34,7	236,8	non significatif
	3	55,4		233,9	
Stades	I	59,8	non significatif	230,0	Hautement
	II	52,5		240,8	significatif
Doses inoc.	a	132,8	Hautement	272,3	Hautement
	b	16,6	significatif	192,8	significatif
	1 a	193,7		268,8	
Interaction	1 b	30,0		195,0	
	2 a	104,5		283,4	
Prod. × Doses	2 b	9,3		190,2	non significatif
inoc.	3 a	100,3	d = 34,9	274,7	
	3 b	10,5		193,2	

Autres interactions non significatives

* Ces deux sous-parcelles recevaient chacune une dose différente d'inoculum.

Lors des premières notations, on constate un effet significatif des deux produits par rapport au témoin, mais pas d'effet significatif des deux stades de traitement. L'effet « dose d'inoculum » joue de façon hautement significative, et l'interaction Produits x Doses inoculum montre que l'action des produits n'est sensible qu'avec une forte dose d'inoculum.

En ce qui concerne les deuxièmes notations, on voit que toutes les différences (sauf pour les doses d'inoculum) se sont trouvées effacées par les invasions successives de la maladie.

On peut remarquer l'absence constante de différence d'action entre les deux stades (avant et après arrosage), ainsi que l'efficacité assez faible des traitements. Ces faits permettent de supposer que les arrosages n'ont pas joué un rôle très important dans les attaques de Cercospora. En effet, ces arrosages sont habituellement effectués à des périodes où l'hygrométrie de l'air ambiant est basse, et ne réalisent pas toutes les conditions favorables à une contamination.

Il serait nécessaire de confirmer ces résultats, et surtout d'étudier l'influence respective des pluies sur les contaminations. Dans ce but, on pourrait envisager une chaîne d'essais multilocaux permettant une généralisation plus rapide des conclusions.

ESSAIS DE DESINFECTION DES GLOMERULES DE BETTERAVE

par H. DARPOUX et A. LEBRUN

Dans le but de juger ou de confirmer l'efficacité de divers fongicides en désinfection de semence, vis-à-vis du « pied noir », des glomérules ont été inoculés avec un mélange de cultures du *Phoma betae,* du *Rhizoctonia solani* et d'un *Fusarium sp* puis traités par poudrage avec la série suivante :

1. Produit contenant 75 % de thirame;
2. » 30 % de pentachloronitrobenzène;
3. » 1,2 % de l'iodure d'éthoxybutyl mercure et du chlorure d'éthoxy propyl mercure;
4. » 75 % de captane;
5. » 10 % de quino-oxine benzolhydrazine;
6. » 50 % de dichloronaphtoquinone;
7. » 5 % de dichloroxyquinoléine;
8. » 2,5 % de dichloroxyquinoléine;
9. » 15 % d'oxyquinoléinate de cuivre;
10. » 11 % d'oxyquinoléinate de cuivre.
11. » 65 % de zinèbe.

à raison de 800 g. du produit par quintal.

On a fait six répétitions de 100 glomérules. Le semis a été effectué début juillet. Le tableau ci-après donne le nombre de plantules compté cinq semaines plus tard et permet de comparer la valeur des produits.

n°	Produits	Nbre de plantules apres 5 semaines (total des 6 rép.)	% de manquants par rapport au meilleur trait	% de plantules par rapport à 100 du temoin
1	iodure d'ethoxybutylmercure et chlorure d'ethoxy propyl-mercure	673	0	185,5
2	pentachloronitrobenzene	628	6,6	173
9	oxyquinoléinate de cuivre à 15 %	618	8,1	170,2
4	captane	617	8,3	169,9
7	dichloroxyquinoleine à 5 %	615	8,6	169,4
3	thirame	604	10,2	166,3
5	quino-oxine benzolhydrazine	602	10,5	165,8
6	dichloro-naphtoquinone	576	14,4	158,6
10	oxyquinoléinate de cuivre à 11 %	576	14,4	158,6
8	dichloroxyquinoleine à 2,5 %	573	14,8	157,8
11	zinebe	498	25,8	137,4
	Temoin contamine non traite	363	46	100

En dehors du produit organo-mercurique, le pentachloronitrobenzène, l'oxyquinoléinate de cuivre à 15 %, le captane et la dichloroxyquinoléine à 5 % ont donné de bons résultats. Les autres produits ont été assez bons, sauf le zinèbe qui s'est montré insuffisant.

RECHERCHES SUR LA JAUNISSE DE LA BETTERAVE

par E. PERDRIZET et C. MARTIN

Les recherches entreprises au laboratoire depuis un an ont toutes eu pour but une connaissance plus approfondie de la nature du virus qui provoque la jaunisse de la betterave. Il faut reconnaître tout de suite que ce virus, comme tous les virus du type jaunisse, ne semble pas vouloir se laisser analyser facilement. C'est pour cette raison que nous avons poursuivi les recherches dans plusieurs voies assez différentes les unes des autres. Si nous n'avons pas encore aujourd'hui beaucoup de résultats positifs, nous pensons que parmi les divers essais entrepris, doivent apparaître des données nouvelles utilement exploitables.

TRANSMISION MECANIQUE

Un premier aspect du problème réside dans le fait que le virus de la jaunisse de la betterave ne peut pas se transmettre mécaniquement d'une plante à l'autre. Les pucerons sont les vecteurs indispensables de la maladie. En dehors du handicap pratique que cela représente au point de vue recherche, il y a là un problème théorique, qui une fois résolu, pourrait agrandir notablement nos connaissances sur la nature, le mode d'action et de multiplication du virus. On peut émettre de nombreuses hypothèses sur le facteur qui empêche cette transmission mécanique. Ainsi, on peut supposer que le virus est entouré d'une gangue protéique ou polysaccharidique qui ne peut pas être lysée par les enzymes de la plante, mais uniquement par celles des pucerons qui le transmettent. On sait en effet que le virus doit traverser la paroi du tube digestif de ces insectes avant d'être réinjecté avec leur salive. Il n'est pas impossible que ce cheminement complexe entraîne des transformations chimiques dans la constitution du virus : celui-ci est mis sous une forme qu'on pourrait appeler « active », forme qui permet sa multiplication dans les cellules des feuilles de betterave.

Pour tenter de vérifier ceci, nous avons transmis mécaniquement, par simple frottement des feuilles, un jus obtenu par broyage de pucerons nourris sur des plantes malades, à des betteraves saines conservées sous cage à l'abri des contaminations naturelles, ainsi qu'à une plante-hôte très sensible à la jaunisse, *Chenopodium capitatum*.

Mais nous avons pensé qu'il serait également possible d'obtenir cette forme active et transmissible du virus par des moyens chimiques. En supposant que la couche protectrice soit de nature proétique, il est possible de séparer celle-ci de la fraction nucléique, sans détériorer cette dernière, par une extraction au phénol selon la méthode utilisée par Gierer et Schramm. Ces auteurs ont ainsi isolé et purifié la fraction nucléique du virus de la mosaïque du tabac sans détruire son pouvoir infectieux.

Ces différents essais sont actuellement en cours.

SEROLOGIE

Un autre problème qui est encore loin d'être éclairci est celui du pouvoir antigénique du virus de la jaunisse de la betterave. Un essai a été repris à ce sujet. Nous avons testé des jus de plantes saines et des jus de plantes malades à différents stades de l'apparition des symptômes de la jaunisse, pour les sérums correspondants. En recherchant les limites de dilution des précipités antigènes-anticorps ainsi obtenus, nous avons pu mettre en évidence une fraction correspondant spécifiquement à la protéine du virus. Malheureusement ces résultats ne sont jamais réguliers et font douter de la possibilité d'utiliser cette propriété comme test sélectif tant que les facteurs de variabilité n'auront pu être mis en évidence et éliminés.

VARIATIONS DE METABOLISME

Si la structure du virus est encore trop mal connue pour être utilisable pratiquement, on peut espérer que les variations de métabolisme qu'il provoque dans une plante contaminée apporteront d'autres résultats intéressants. En fait, si certains phénomènes, comme l'accumulation des glucides dans les feuilles, ont été constatés depuis longtemps, leur mécanisme reste encore très mal connu.

Nous avions l'an dernier, entrepris des essais sur les variations de l'activité de la succinodéshydrogénase ; cette année, nous avons fait quelques essais similaires sur la polyphénoloxydase. En effet, le brunissement nettement plus accentué des jus extraits de plantes malades par rapport aux jus provenant de plantes saines, laissait supposer une influence du virus sur l'activité de cette enzyme.

Les résultats ont montré d'une façon assez générale, mais non absolue, une plus grande activité de la polyphénoloxydase chez les plantes malades. Cette différence ne semble d'ailleurs être nette qu'à partir du moment où les symptômes apparaissent sur les plantes malades.

Comme précédemment, nous avons été arrêtés par la trop grande hétérogénéité des populations de betteraves. Les techniques très fines qui sont utilisées au laboratoire font apparaître des différences aussi grandes entre deux individus sains qu'entre une plante

saine et une plante malade. Et les tentatives faites pour constituer un clône de betteraves, ne sont pas encore assez avancées pour en permettre l'utilisation dans les essais.

D'autre part, l'interférence du virus de la mosaïque avec celui de la jaunisse fausse également un certain nombre de résultats. Il semble que ce soit la mosaïque qui provoque souvent l'absorption la plus forte.

ROLE DES IONS CHLORE

D'autres essais tout récents, sur la différence de métabolisme des plantes saines et des plantes malades, nous ont montré à côté d'autres éléments qui restent à déterminer, une accumulation de chlorures chez la plante malade. Cela semble correspondre à des observations similaires qui ont été faites chez d'autres plantes avec d'autres virus. Et cela confirme l'intérêt de poursuivre les essais sur l'action des chlorures sur l'extériorisation des symptômes et sur l'incidence de la jaunisse sur les rendements. Ces essais qui avaient été commencés l'année dernière n'ont pas donné les résultats escomptés. Mais on peut admettre que les chlorures qui avaient été placés dans le sol un mois avant les semis ont été lessivés avant qu'ils n'aient pu agir sur la betterave, et ceci d'autant plus que l'année 58 a été très pluvieuse. Nous avons repris les essais cette année :

— d'une part, sur un champ d'essai de betterave sucrière à la Minière. Malheureusement cette culture semble en partie compromise par les très fortes attaques de pégomyie et de pucerons au mois de mai,

— d'autre part, sur des planchons qui avaient déjà été traités par des chlorures au cours de l'été dernier.

Les chlorures ont été répandus en quantité plus forte, sur la base de 300 kgs/ha, au lieu de 200, l'an dernier, en fractionnant les épandages en deux temps, le premier une semaine avant le semis ou la plantation, le deuxième après le démariage ou un mois après la plantation des planchons.

CONCLUSION

En conclusion, nous pensons poursuivre les recherches dans les différentes directions entreprises, mais nous songeons aussi à en aborder de nouvelles qui pourraient peut-être donner des résultats plus précis et plus rapides. Nous pensons particulièrement à l'utilisation des éléments radio-actifs. Cette méthode, d'utilisation courante dans les études des étapes de tous les métabolismes, devrait permettre de mettre en évidence le processus d'accumulation de glucides dans les feuilles des plantes malades, ainsi que d'autres déviations du métabolisme normal de la plante au profit de la synthèse du virus.

RECHERCHES POURSUIVIES EN 1958 SUR LES INSECTES NUISIBLES A LA BETTERAVE

par L. BONNEMAISON et R. CAYROL
Station Centrale de Zoologie Agricole

I. — PUCERONS

Dans les régions où se trouvent d'importants foyers d'hivernation du virus de la Jaunisse (épinards, silos, porte-graines), la contamination des betteraves peut se produire lorsque celles-ci sont très petites et en croissance active. Ces contaminations précoces sont les plus préjudiciables au rendement.

Le traitement de ces jeunes plantes par des aphicides de contact ou endothérapiques est peu efficace. Il a donc été envisagé le traitement des graines par des produits qui diffuseraient dans la plantule et entraîneraient la mort des pucerons pendant quelques semaines après la germination.

Il a été essayé au printemps de l'année 1958 une dizaine de substances à différentes doses et en traitement par trempage ou par enrobage à sec : l'aldrine, la dieldrine, l'heptachlore, le parathion et l'endothion ont entraîné une mortalité de 10 à 50 % jusqu'au dix-neuvième jour .Le lindane à 75 % et à 750 g MA/quintal, le thimet à 880 g MA/quintal assurent une bonne protection pendant un peu plus de vingt jours; en serre, le disyston à la dose de 3-4000 g MA/quintal a entraîné la mortalité totale des pucerons cnquante jours après le semis; la persistance d'action est moins grande en plein air.

Cette technique n'est pas encore tout à fait au point; il est vraisemblable que pour une très faible dépense, elle facilitera considérablement la protection de la betterave contre les contaminations précoces de pucerons et de Jaunisse.

II. — NOCTUELLES

Des pullulations locales de diverses espèces de Noctuelles ont été observées dans plusieurs centres de production betteravière; *Agrotis ypsilon* a été nuisible dans la dernière décade de juin aux environs de St-Dizier, Vitry-le-François et Châlons-sur-Marne; 15 à 20 % seulement des chenilles étaient parasitées; les papillons

étaient très nombreux à la fin juillet et au début d'août mais il n'a pas été observé une seconde génération larvaire : ceci confirme le caractère migrateur d'*A. ypsilon* ; les facteurs intervenant dans la migration seront l'objet d'études ultérieures.

Les essais relatifs aux appâts à base de granulés de son additionné de chlordane ou d'aldrine ont été poursuivis. Les chenilles d'*A. ypsilon* ou d'*A. nigricans* ne sont pas plus attirées par le son que par la betterave ; il en résulte que la mortalité des chenilles s'échelonne sur plusieurs jours et que des betteraves sont encore détruites pendant près d'une semaine après le traitement.

La probabilité de contact entre les chenilles et les appâts empoisonnés est d'autant plus grande que les particules d'appât empoisonné sont plus petites : les granulés sont donc d'autant plus efficaces qu'ils sont plus petits.

Le mélange du son avec un insecticide en poudre est inférieur au son imprégné du même insecticide en solution : la formule la plus intéressante est la suivante : 100 kg de son et 75 l d'eau renfermant 400 g de dieldrine M.A. hl, le mélange étant dispersé sur le champ à la dose de 80 kg par ha et à l'aide d'un distributeur d'engrais. Le dessèchement ne diminue pas l'attractivité ni l'efficacité de l'appât.

Contre les chenilles effectuant au printemps des déplacements d'un champ à l'autre *(A. aquilina)* le mieux est de constituer une bande protectrice le long du champ où ont hiverné les chenilles avec des granules de son empoisonné qui sont facilement et rapidement épandus à la main et qui sont d'une grande persistance d'action.

TRAVAUX ACCOMPLIS AU LABORATOIRE DE RECHERCHES DE LA CHAIRE DE ZOOLOGIE DE L'E.N.A. DE RENNES AU COURS DE L'ANNEE 1958, SUR LA MOUCHE ET LA BETTERAVE

« Pegomyia betae Curtis »

par J. MISSONNIER

A. — OBSERVATIONS BIOLOGIQUES

Dans leur ensemble, au cours du printemps 1958, les attaques de Pégomyie ont été en régression par rapport à celles des années précédentes, dans la plaine de Caen, dans les régions comprises entre Pontoise et Fécamp, et dans la région de Versailles. Mais les deuxième et troisième générations se sont considérablement développées dans la zone sud de la plaine de Caen et dans les zones comprises entre Rouen et Pontoise; ceci laissait prévoir la possibilité de dégâts (effectivement observés) au cours du printemps 1959.

Les époques de développement des différentes générations ont été « normales » : les larves ont effectué leurs dégâts en mai, en juillet et du 20 août au 30 septembre.

Le taux de parasitisme larvaire est resté très faible dans toutes les régions citées (inférieur à 5 %) mais à l'automne le taux de parasitisme nymphal était plus élevé : il a atteint 50 % dans la plaine de Caen et 30 % dans la région parisienne. Il était dû, comme les années précédentes, à *Phygadeuon pegomyie Nab.* (Hyménoptères Ichneumonidae).

B. — METHODES DE LUTTE

Les essais entrepris en 1957 ont été achevés en 1958. Ils ont permis de confirmer l'action larvicide excellente de la plupart des insecticides modernes : parathion, diazinon, chlorthion, endothion. gusathion, dipterex, chlordane, dieldrine, heptachlor; le toxaphène et le lindane sont très efficaces quand ils sont employés contre les jeunes larves; le malathion, le D.D.T. et le déméton sont à rejeter. La persistance d'action des traitements n'excède jamais dix jours dans les conditions naturelles et ne doit pas être le critère exclusif du choix des produits; quel que soit ce dernier, une seule intervention doit suffire pour protéger les semis de betterave contre la première génération de Pégomyie, si elle est effectuée au moment voulu (Publication n° 2).

C. — DIFFERENTES ESPECES DE PEGOMYIE

Deux espèces de Pégomyie, considérées jusqu'à présent comme deux formes de la même espèce, peuvent vivre sur la betterave : *Pegomyia betae,* de couleur grise est la plus réapndue; elle ne se nymphose jamais dans les feuilles. *Pegomyia hyoscyami,* de couleur plus claire, peut se nymphoser dans les feuilles, elle est commune dans l'Ouest de la France où elle a été trouvée sur betteraves sucrières, fourragères et potagères, sur Beta maritima, sur Epinards et Chénopodes.

D. — RECHERCHES EXPERIMENTALES

L'étude des facteurs de pullulation (fécondité des adultes) et de la diapose nymphale a été poursuivie (Publication n° 1).

Des observations antérieures avaient montré que l'élevage des adultes sous des températures constantes élevées (30°) entraînait une forte diminution de la fécondité; les essais effectués en faisant alterner chaque jour des températures de 20° et 30° pendant des durées variables ont montré qu'il suffisait d'une exposition de quelques heures à 20° (moins de huit heures) pour obtenir une fécondité normale des adultes exposée à 30° pendant le reste de la journée. Donc les fortes chaleurs de l'été ne paraissent pas devoir influer sur les populations par leur action sur les adultes; mais elles agissent sur les œufs et les larves qui sont détruits. Ceci est en accord avec les observations de plein champ.

L'action de la photopériode sur le déterminisme de la diapause a été confirmée : pour une température de 18 $\pm$ 2°, les larves de Pégomyie élevées sous l'éclairement naturel du mois de septembre donnent un taux de diapause nymphale très élevé (95 %); sous un éclairement journalier de seize heures obtenu par l'appoint d'éclairage artificiel, le taux de diapause tombe à 20 %. La diapause nymphale est très facilement éliminée par l'action des températures comprises entre 2 et 8°; dans les conditions naturelles, les pupes hivernantes sont susceptibles de reprendre leur développement dès la fin du mois de décembre : les sorties du printemps ne dépendent que des conditions de réchauffement du sol.

E. — PUBLICATIONS

1) J. MISSONNIER. — Contribution à l'étude de la diapause de *Pegomyia betae Curt.* et de *P. Hyoscyami* Panz. (Diptères, Muscidae). *C.R.Ac.Sc. 247,* 1673-1675, 1958.

2) J. MISSONNIER. — Essais de lutte contre la Mouche de la Betterave *(Pegomyia betae* Curtis. Diptères Muscidae). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agro.,* série Epiphyties, *10,* 19-36, 1959.

L'UTILISATION DES SOUS-PRODUITS DE LA BETTERAVE INDUSTRIELLE EN SEINE-MARITIME

par L. HEDIN et Mlle E. DUVAL (Laboratoire de Recherches Fourragères ROUEN - (I.N.R.A.) et S. WATTIEZ (I.T.B. ROUEN)

A la suite du projet d'enquête présenté par l'Institut Belge de la Betterave en 1937, l'Institut Technique de la Betterave Industrielle s'est préoccupé de préciser les points importants de l'utilisation des feuilles et collets et des pulpes dans notre pays.

L'enquête menée par l'I.T.B. en Seine-Maritime a permis de dégager un certain nombre de faits intéressants qu'il nous a paru utile de faire connaître aux planteurs de betteraves sucrières.

Sans doute, la culture de la betterave a-t-elle dans chaque région ses caractéristiques propres : étendue des surfaces cultivées, stade de mécanisation, importance relative de la main-d'œuvre familiale, etc... Chaque agriculteur recherche les solutions qui conviennent à ses conditions particulières pour réaliser la meilleure rentabilité de son exploitation. Mais il y a également un certain nombre de problèmes généraux que l'on retrouve à peu près partout posés de la même façon ; et c'est à la fois la connaissance de ces problèmes et des solutions qui leur sont données que nous devons aborder avec soin.

C'est la raison pour laquelle après avoir rappelé quelques données statistiques, nous nous proposons d'indiquer les solutions adoptées en Seine-Maritime pour l'utilisation des sous-produits de la betterave sucrière. Notre source principale d'informations est constituée par les résultats de l'enquête menée par l'I.T.B. dans le département, nous les avons complétés par quelques observations faites au cours de l'expérimentation entreprise sur l'ensilage des pulpes, des feuilles et des collets.

Enfin, nous avons essayé de présenter une évaluation économique des diverses utilisations proposées pour les sous-produits de la betterave sucrière.

I. — LA BETTERAVE SUCRIERE EN SEINE-MARITIME

La culture de la betterave sucrière est pratiquement limitée à deux régions de limon des plateaux : le pays de Caux et le petit Caux, y compris une partie de l'Entre Bray et Picardie, ainsi que le prouve le tableau suivant :

TABLEAU I

Régions	Nbre total exploitations better.	Nbre exploitat. + de 50 Ha de surf. totale	Nbre exploitat. — de 50 Ha de surf. totale
Pays de Caux	4.803	873	3.930
Petit Caux	737	600	137
Entre Bray et Picardie	264	94	170
Entre Caux et Vexin	92	22	70
Pays de Bray	89	59	30
Vallée de la Seine	31	11	20
Total :	6.016	1.659	4.357

Nous appuyant sur les résultats de l'enquête menée en 1955, résultats commentés par M. A. Boscq, Ingénieur des Services Agricoles (La structure agricole de la Seine-Maritime ,en « Techniques et Pratiques Agricoles de la Seine-Maritime », 2e trim. 1958), nous donnerons brièvement les caractéristiques statistiques de ces deux pays.

1° - LE PAYS DE CAUX. — Il est mis en valeur par 13.547 exploitations agricoles dont 11.659 de moins de 20 Ha de superficie labourable, soit 86 % en nombre.

Le tableau n° II permet de se faire une opinion sur la place de la betterave sucrière dans le pays de Caux (d'après l'enquête C.E.T.A. et des sondages effectués par l'I.T.B. dans quelques communes).

TABLEAU II

	Nbre d'exploitations	Surface moyenne (ha)	Surface en Labours (ha)	*Labours* % Surf totale	Surface en Better.	Exploit. 5 Ha	*Betteraves* % Surf Cultiv.
Enquête CETA	22	67 7	50, 3	74%	2,84	5	14,2
Criquetot le Mauconduit	15	26,8	17, 8	66	4	9	22
Angiens	22	48,0	33, 8	70	7,1	10	22
Bois-Himont	14	21,6	16, 5	76	2	12	10

Les communes de CRIQUETOT LE MAUCONDUIT et ANGIENS sont situées à côté d'usines et ne représentent peut-être pas la moyenne du département. Le pourcentage moyen des betteraves dans la superficie cultivée ressort à 17 %, tant pour les exploitations de plus de 20 Ha que pour les exploitation familiales. Ce chiffre est vérifié par les renseignements fournis par la Statistique Agricole : pour le pays de Caux, surface totale cultivée 135.327 Ha avec une superficie consacrée à de la betterave sucrière (1957-1958) de 12.500 Ha, répartie entre 4.800 planteurs.

La surface consacrée à la betterave fourragère est de 12.000 Ha environ, soit pour la culture des deux betteraves, un pourcentage d'environ 18 % de la surface cultivée.

On se rendra sans doute mieux compte de l'importance de la culture betteravière dans le pays de Caux, en rappelant la place qu'elle occupe dans l'assolement.

D'une façon générale le blé vient alternativement après une culture sarclée et après un trèfle violet semé dans une céréale de printemps, dans un assolement de 7 ans.

Comme exemple, nous citerons l'assolement suivi à ST JEAN DU CARDONNAY chez Monsieur M. Cabot :

1re année : Betteraves
2e année : Céréale secondaire
3e année : Trèfle violet
4e année : Blé
5e année : Lin
6e année : Pomme de terre
7e année : Blé

On peut dire qu'en gros, dans cet assolement, la betterave occupe environ 14 % des labours; mais il y a d'autres types d'assolement, ceux de 5 et 6 ans, dans lesquels la betterave revient plus souvent, de telle sorte que la surface consacrée à cette culture varie de 14 à 20 %.

2° - PETIT CAUX et PAYS ENTRE BRAY et PICARDIE. — Une seule sucrerie draine la production de toute cette région : celle de BEAUCHAMPS.

— Pour le Petit Caux, on compte 1.843 exploitations dont 1.503 de moins de 20 Ha de surface cultivée, soit 81 % .Il y a 737 exploitations betteravières.

— Entre Bray et Picardie, 2.004 exploitations dont 1.785 de moins de 20 Ha de surface cultivée, soit 85 % — 264 exploitations betteravières.

L'ensemble des surfaces consacrées à la betterave dans ces deux régions représente 2.500 Ha, la quasi-totalité de ces exploitations cultivant plus de 10 % de leurs surfaces cultivées en betterave industrielle.

3° - AUTRES REGIONS. — La culture de la betterave industrielle y occupe une place peu importante. La région « Entre Caux et Vexin » a réduit ses emblavements depuis la fermeture de certaines distilleries.

Voici quelques chiffres :

	Nbre d'exploitations betteravières	Surface en betterav. industrielles
Entre Caux et Vexin	92	187 Ha
Pays de Bray	89	180 Ha
Vallée de la Seine	31	54 Ha

Nous terminerons ce rapide aperçu par un examen de l'évolution des surfaces emblavées dans les départements normands en betteraves sucrières et en betteraves fourragères de 1939 à 1953. Nous donnons sur le tableau ci-après des indications sur cette évolution, d'après les renseignements fournis par l'Institut National de la Statistique.

Départements	Betteraves industrielles		Betteraves fourragères	
	en 1939	en 1953	en 1939	en 1953
Seine-Maritime	10.207 Ha	12.430 Ha	12.600 Ha	12.220 Ha
Calvados	3.162 »	4.150 »	7.294 »	5.600 »
Eure	6.680 »	8.600 »	16.040 »	15.000 »
Orne	0	300 »	6.524 »	5.400 »
Manche	0	170 »	7.451 »	5.400 »
	20.049 »	25.650 »	49.909 »	43.620 »

Nous noterons que les statistiques du G.N.I.B.C. donnent pour la Seine-Maritime un chiffre de 15.310 Ha de betteraves sucrières cultivées en 1955; les chiffres pour les autres départements sont sensiblement les mêmes qu'en 1953. Quelle que soit la précision des données précédentes, il semble bien que l'on puisse affirmer que la culture de la betterave sucrière est en net accroissement, tandis que celle de la betterave fourragère est en régression.

II. — L'UTILISATION DES SOUS-PRODUITS DE LA BETTERAVE SUCRIERE

1° *Comme aliment du bétail.*

La Seine-Maritime est à la fois une région d'agriculture et d'élevage intensifs. Dans ces conditions on ne doit pas s'étonner qu'on ait cherché à utiliser les sous-produits de la betterave sucrière dans l'alimentation du bétail.

Sur l'initiative de l'Institut Technique de la Betterave Industrielle une brochure a été publiée en août 1948 pour rappeler les mérites de l'ensilage des queues et collets qui est pratiqué en Seine-Maritime depuis une douzaine d'années.

Entre autres problèmes traités dans ce travail rédigé par la Coopérative Laitière du Talou, près de DIEPPE, il était fait une distinction, très judicieuse, entre les avantages particuliers de la betterave sucrière et de la betterave fourragère, en tant qu'aliment du bétail. Au moment où l'on cherche à accroître la production de viande et de lait avec des fourrages, dont le coût soit le plus bas possible, on conçoit qu'il est très important de connaître le prix de revient de l'unité fourragère des sous-produits de la betterave industrielle; c'est ce que nous tenterons dans une partie ultérieure de cette étude.

Pour juger de l'importance de la betterave sucrière dans l'affouragement d'hiver du bétail dans les exploitations étudiées, nous avons comparé la quantité d'unités de gros bétail entretenu sur la ferme à la surface cultivée en betteraves sucrières. On s'aperçoit ainsi que par tête de gros bétail, l'exploitant disposera en moyenne de 11 ares de sole betteravière, soit d'environ 3 Tonnes de verts et de 1,3 T. de pulpes. Cette masse d'aliments représente à peu près deux mois de fourrage pour la saison de stabulation qui dure aux environs de cinq mois dans notre région.

Il ne semble pas exister de relations constantes entre le pourcentage de surface cultivée en betteraves sucrières et le bétail sur l'exploitation, mais il n'en reste pas moins vrai que la betterave sucrière, en tant que plante sarclée, a l'avantage d'être un meilleur précédent pour le blé que la Féverole et le Colza, et qu'en plus elle permet de réduire la surface utilisée en culture fourragère par la masse d'aliments d'hiver qu'elle permet d'escompter.

Nous donnons dans le tableau ci-dessous quelques uns des résultats de l'enquête menée par l'un de nous (M. Wattiez) dans un certain nombre d'exploitations du Pays de Caux.

N° d'ordre	Utilisé		Pourcent. utilisé en vert	Nature du Silo	Hachage et disposition des verts	Rations distribuées en ensilage		
	en vert	ensilé				Vaches Latières	Bœufs	Jeunes bêtes
1	Totalité	80 T.Pulp. seules	100%	Fosse		20 K°	40 K°	25 K°
2	160 T.	120 T.v.+180 T.p.	57	F. Ciment	n.h. par lits	30	30	
3	270 T.	100 T.v.+180 T.p.	70	F. Ciment	n.h. verts au fond			
5	110 T	130 T.v.+100 T.p.	50	Fosse	n.h. par lits			
6	160 T	160 T.v.+150 T.p.	50	F. Ciment	n.h. par lits	30		
7	30 T.	30 T.v.+ 26 T.p.	50	Silo paille	n.h. par lits	25		
8	25 T.	15 T.v.+ 25 T.p.	60	F Ciment	n.h. verts au fond	40 à 45		35 à 40
9	280 T.	Pulpes seules	100	Silo paille		25		
10	90 T.	60 T.v.+120 T.p.	60	Silo en planches	n.h. par lits	30		
11	46 T.	46 T.v.+ 45 T.p.	50	Fosse	n.h. par lits	30	40	15
12	Totalité	Pulpes seules	100	S. Ciment			25	
13	130 T.	30 T.v.+100 T.p.	80	Fosse	n.h. par lits	20		
14	200 T.	30 T.v.+ 80 T.p.	80	Tranchée	n.h. verts au fond	15		15
15	115 T.	5 T.v.+ 40 T.p.	95	F. Ciment	n.h. par lits	25		15
16	78 T. 280 T.	242 T.v.+240 T.p.	24	F. Ciment couverte	haché au fond	25	30	10 à 15
17	150 T.	20 T.v.+235 T.p.	90	F. Ciment	n.h.	20	40	
18	Totalité	180 T. Pulpes	100	Meule				
19	60 T.	90 T.v.+120 T.p.	60	F. Terre	n.h. par lits	25		
20		25 T.v.+ 65 T.p.	60	Silo paille		12	20	
21	280 T.	100 T.v.+220 T.p.	70	1F.Ciment +1 S. Terre	n.h. par lits	20	35	
22	45 T.	230 T.v.+180 T.p.	15	Fosse	n.h. par lits	50		35

2° *Comme engrais et comme amendement humique.*

Dans l'étude, dont nous discuterons plus loin les résultats (« Comment valoriser au maximum les feuilles, les collets et les pulpes de betteraves sucrières », en Publications Techniques de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave, 1957, N° 3, pp. 151-176), M. Simon estime pour 1 Ha la production de feuilles et collets à 40.000 kgs et celle de pulpe à 25.000 kgs.

Dans ces conditions, d'après ses calculs la valeur engrais des feuilles et collets serait de 3.000 francs belges l'ha pour les verts et de 3.300 fr. pour les pulpes. Cette estimation correspond à l'opinion générale qu'une récolte de verts de betteraves de 40 T donne autant d'humus que 20 T de fumier mais davantage d'azote et de potasse.

Rappelons, d'après nos analyses, la composition des feuilles et collets :

	Verts (25 % m.s.)	Fumier consommé (25 % m.s.)
N	0,5 %	0,5 %
P_2O_5	0,12	0,3
K_2O	0,6	0,6
Ca O	0,26	0,7
MgO	0,32	0,2

Faisant abstraction de la valeur de l'amendement humique, 40 T de verts restituent au sol environ 200 kgs d'azote, 48 kgs de P_2O et 240 kgs de K_2O.

Si nous nous référons aux chiffres donnés par la Station Agronomique d'AMIENS, utilisés dans le tableau définissant le prix de revient d'un ha de betteraves sucrières, pour 40 T de verts, on peut calculer la valeur de la fertilisation de la façon suivante :

— 150 kgs d'azote à 136 fr.	20.400 fr.
— 35 kgs de P_2O_5 à 72 fr.	3.520 fr.
— 195 kgs de K_2O à 30 fr.	5.850 fr.
	28.770 fr.

Le calcul précédent fait état de teneurs moindres en éléments fertilisants que les nôtres.

M. Simon indique pour la valeur engrais des feuilles et collets une somme de 3.000 fr. à l'ha (en francs belges).

Quant à la matière organique enfouie, elle présente un grand intérêt pour les sols de limon où la betterave est cultivée. Il s'agit de terres renfermant 50 % environ de limon (au sens de l'analyse physique) et par suite très « battantes », auxquelles la matière organique donne une structure. Dans la plaine de Caen, l'enfouissement des feuilles et collets est une pratique courante, tandis que dans le Pays de Caux, plus fréquemment, on fait consommer les verts sur place.

Quelle est la valeur des feuilles et collets comme amendement humique ? Il est difficile de l'apprécier correctement.

Pour certains auteurs, cette valeur dépend des éléments facilement décomposables, comme le sont les feuilles des engrais verts, du fait que cette nature organique joue un rôle important dans la formation des agrégats du sol qui conditionnent la structure.

D'autres au contraire, mettent l'accent sur l'origine ligno-protéique de l'humus, dont la permanence dans le sol serait due en partie à la lente décomposition de la lignine.

Nous avons réalisé le dosage de cette lignine selon la méthode de Norman et Jenkins utilisée par les Zootechniciens américains et décrits dans un précédent travail (L. Hedin et Mme Philippart — Introduction à l'étude des assolements fourragers — Annales de l'Amélioration des Plantes, N° 1, 1953, pp. 1 à 41).

Mais cette méthode donne des chiffres relativement bas correspondant à la partie la plus stable de la lignine, celle également qui est le plus riche en radical méthoxyl.

Dans le tableau suivant la valeur de la lignine a été obtenue conventionnellement en faisant la différence qui existe entre l'insoluble formique (selon Jacquot) et la cellulose brute. Une partie importante de cette différence comprend une lignine soluble dans les alcalis. La teneur en lignine d'un fumier frais et des verts de betterave y est comparée :

	Fumier frais	Verts de betteraves
Matière sèche %	25	20
Matière organique	14,6	16,0
Lignine soluble dans les alcalis	3,1	4

L'évaluation précédente est approximative et pour décider de la valeur réelle de l'enfouissement des verts, il faudrait expérimenter. A notre connaissance il n'y a pas de données expérimentales à cet égard.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que la technique qui consiste à faire paturer les verts sur place semble assurer une meilleure valorisation : la nourriture du bétail, surtout en hiver est plus chère que ne l'est le prix des engrais.

D'autre part, les déjections animales ont l'avantage de réintroduire dans le sol une vie microbienne et des auxines favorables à la végétation, sans destruction importante de lignine.

III. — VALEUR ALIMENTAIRE ET PRIX DE REVIENT DE L'UNITE FOURRAGERE

Nous donnons par une étude ultérieure les résultats de notre expérimentation poursuivie en 1957-1958 et en 1958-1959 sur l'ensilage des feuilles et des collets de betteraves et des pulpes.

Nous ne retiendrons dans le présent travail que certains des résultats de cette étude, nous bornant pour l'instant à essayer de dégager le bilan fourrager et économique de l'opération.

L'étude de M. Simon précédemment cité a le mérite de s'être placée au niveau de la pratique agricole et d'avoir apprécié la valeur des ensilages de verts et de pulpes par rapport à l'affouragement de jeunes bœufs.

Mais nous pensons que les critiques que cet excellent agronome fait de l'emploi des techniques analytiques de laboratoire ne sont pas complètement justifiées.

A l'aide de ces techniques, nous avons pu mettre en évidence un certain nombre de faits intéressants.

1° Le pH de l'ensilage de verts de betteraves est généralement plus élevé que celui des pulpes;

2° L'ensilage de pulpes associé aux verts renferme généralement plus d'acide butyrique que celui des verts;

3° Par contre l'ensilage de verts renferme sensiblement plus (environ 10 fois) de bases volatiles que celui de pulpe, ce qui explique sans doute son pH plus élevé.

L'appétence des ensilages un peu butyriques est bien connue et par ailleurs des recherches comme celles de M. Ferrando, Directeur de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort (R. Ferrando et M. Catsaounis. Interprétations pratiques de certaines données analytiques des ensilages. C R. Académie d'Agriculture de France. séances des 5 et 12 novembre 1958, pp. 765-767) ont montré le caractère néfaste d'un pourcentage relativement élevé d'azote ammoniacal sur la digestibilité du fourrage.

Ces faits expliquent peut-être la faible appétence des feuilles et collets hachés constatée par M. Simon et son rendement zootechnique moindre. L'ensilage mixte de verts et de pulpe se justifierait donc pour une raison de meilleure utilisation par l'animal. Quant à l'ensilage de feuilles et collets non hachés sans pulpe, il est souvent de très mauvaise qualité et comporte d'énormes pertes d'éléments nutritifs.

Dans ses conclusions M. Simon estime que le prix de revient du kg d'un ensilage de feuilles et collets et pulpes provenant d'un silo en meules et mis dans l'auge est de 0 fr. 432. Il est, par contre de 0,385 fr. dans le cas d'un ensilage provenant d'un silo en matériaux durs (il s'agit de francs belges). Les pertes ont été estimées en tenant compte des pertes élevées au cours de l'ensilage (de l'ordre de 50 % du poids frais pour un silo en meules).

M. Simon ajoute : « Par souci d'objectivité, nous mentionnerons que la production de viande obtenue à partir de l'équivalent, après ensilage, de 40.000 kgs de feuilles et de collets hachés et de 26.000 kgs de pulpes a été de 826 kgs avec un complément de farineux en 1954-1955. Cette production est identique à celle qui a été obtenue avec l'ensilage provenant de 40.000 kgs de feuilles et de collets ordinaires et de 26.000 kgs de pulpes. Mais il a fallu plus d'animaux pour arriver à cette production de viande que pour le cas de consommation de silage ordinaire de feuilles, collets et pulpes ».

Et M. Simon de conclure : « L'examen des comptes parfaitement tenus nous a convaincu que le prix du kg de viande produit en pâture est environ 2,5 fois moins cher qu'à l'étable quand on nourrit avec des ensilages ».

De cette vérité nous sommes bien convaincus et c'est la raison pour laquelle nous préconisons une politique d'accroissement du rendement des prairies et particulièrement la création de prairies temporaires. Nous sommes entièrement d'accord avec M. Simon quand il reconnaît que cette observation n'est pas particulière aux sous-produits de la betterave sucrière : « Il ne faudrait pas en déduire que les sous-produits de la betterave sucrière ne sont pas économiques, car la situation à laquelle nous faisons allusion ci-dessus, s'applique plus que vraisemblablement à tous les autres ensilages, quelle que soit leur qualité ».

Nous ne devons pas oublier que d'une façon générale le coût de la nourriture d'hiver est nettement plus élevé et que les remèdes à cette situation sont difficiles à trouver.

M. Simon ne nous donne pas le détail des évaluations qui l'ont conduit aux conclusions précédentes. C'est la raison pour laquelle nous pensons qu'il est intéressant de leur comparer celles qui résultent de l'étude ronéotypée de la C.G.B. en date du 13 juin 1958 sur le Rôle économique, dans l'exploitation betteravière de la pulpe et des collets.

Pour la pulpe, utilisée à une distance moyenne de 20 kms de l'usine, le transport revient à 474 fr. la tonne par route, à 600 fr. par chemin de fer (prix plus élevé par suite des manipulations plus nombreuses),

Si l'on estime que 75 % des pulpes sont transportées par camion et que 25 % le sont par fer, le prix moyen de la pulpe mise au silo ressort à 517 fr. la tonne. A cette somme, la note dont nous reproduisons les conclusions ajoute le montant du prix payé par le planteur pour la pulpe dans le calcul du prix de revient de la betterave : « Sera déduite du total des frais de production, dans une proportion de 50 % du rendement retenu pour la betterave et dans la limite pour une tonne de pulpe, de l'application au prix du quintal d'orge au coefficient 0,15 » (arrêté interministériel du 31-1-1950). Dans ces conditions le prix de la plupe ressort à 390 fr/T.

Le prix de revient de la pulpe avant ensilage se situe aux environs de 900 fr. Etant donné qu'elle contient 92 % d'eau et qu'elle perd en silo environ 40 %, son prix véritable est voisin de 1.500 fr/T.

La valeur alimentaire de cette pulpe ensilée est d'environ 50 U.F., ce qui fait apparaître le prix de revient de l'unité fourragère à 25 fr. environ, ce qui est coûteux pour un fourrage pauvre en azote, valable surtout pour des bœufs à l'engrais.

La comparaison entre le prix de revient de l'unité fourragère et le prix de vente des 6 kgs de viande acquis avec une tonne de pulpe pour des bœufs de 500 kgs prenant 1 kg par jour (Prix du kg : 242 fr.) montre que l'opération est déficitaire.

On arrive à une conclusion analogue avec la production laitière, si l'on tient compte des frais de main-d'œuvre.

Pour les feuilles et collets de betteraves, le calcul est le suivant : Pour une récolte de betteraves de 35 T/Ha on peut prévoir un rendement de feuilles et collets de 25 T/Ha.

Ce tonnage mis en silo dur représente en frais de main-d'œuvre et d'utilisation de matériel une dépense qui peut s'estimer à 16.000 fr., à laquelle il faut ajouter l'amortissement du silo, environ 3.750 fr. et la valeur engrais des feuilles et collets, soit 18.000 frs.

Les 25 Tonnes de feuilles et collets utilisées comme fourrage reviendraient donc à 37.750 fr., si l'on admet les chiffres et le calcul proposé par le rapport dont nous analysons les données.

Or, les 25 Tonnes de feuilles et collets, après un ensilage dont les pertes sont souvent de l'ordre de 50 %, ne fourniront guère plus de 1.500 à 1.800 U.F. Le prix de revient de l'Unité Fourragère nous semble un peu moindre que celui de la pulpe pour un fourrage nettement plus riche en matière azotée totale.

Les conclusions du rapport de la C.G.B. sont un peu différentes : « Le prix de l'ensilage des feuilles et collets rejoint le prix de revient de la pulpe ensilée, mais ne présente pas les mêmes avantages comme aliment, si l'on en juge par les résultats peu encourageants que signale M. Simon, Directeur des Publications Techniques de l'I.T.B. Belge ».

IV. — CONCLUSIONS

Dans les pages précédentes, nous avons essayé d'évaluer la valeur engrais et l'intérêt fourrager des sous-produits de la betterave industrielle et nous avons rappelé diverses données permettant d'estimer le prix de revient de l'unité fourragère et celui de la fertilisation.

Actuellement, toutes les recherches fourragères tendent à réduire le prix de revient de l'unité fourragère à la fois par un développement des cultures d'herbe (prairies temporaires) et par une extension de la période de pâturage pendant laquelle les frais de récolte et de conservation sont réduites au minimum.

Nous pensons qu'en ce moment seul un prix de revient de 8 à 12 fr. l'unité fourragère peut permettre à l'exploitant agricole de retirer un profit certain de l'utilisation du fourrage.

Bien entendu, on peut admettre un prix de revient plus élevé pour une courte période d'hivernage, puisqu'en tout état de cause, foin et ensilage reviennent beaucoup plus cher que l'herbe pâturée.

Les chiffres que nous avons donnés précédemment sont bien peu compétitifs et l'on est conduit à penser que l'intérêt fourrager des sous-produits de la betterave industrielle est faible. C'est la raison pour laquelle nous proposerons une autre évaluation qui semble être admise dans le Pays de Caux.

En ce qui concerne les feuilles et collets de betteraves, nous distinguerons ceux qui sont pâturés et ceux qui sont ensilés.

Pour les verts pâturés, nous ne chercherons pas à apprécier le prix de revient de ce fourrage consommé sur place. On doit sans doute les considérer comme une production quasi-gratuite.

Disons cependant à titre indicatif que ces verts trouvent naturellement acquéreurs dans le pays de Caux à un prix moyen de 25.000 fr. l'ha à pâturer sur place. Il s'agit d'une estimation qui fait ressortir le prix du kg de feuilles et collets à 1 fr. environ. L'unité fourragère revient à environ 10 fr., ce qui est un prix acceptable.

Pour les verts ensilés, l'ensilage implique des transports et du travail de mise en silo. De plus les pertes au cours de l'ensilage sont importantes, pouvant atteindre et même dépasser 40 %.

Nous fondant sur les renseignements fournis par certains agriculteurs cauchois, nous estimons que le temps nécessaire au ramassage, au transport et à la mise en silo d'un ha de verts à une centaine d'heures de travail, représente environ 15.000 fr. L'amortissement du silo en dur est de 100 fr. environ par tonne de feuilles et collets.

Si l'on ramène à la tonne les frais de manutention et d'amortissement pour 25 T de verts, on s'aperçoit que la tonne avant ensilage revient à 700 frs.

En tenant compte de la valeur vénale des verts et des pertes dues à l'ensilage, le prix de revient de la tonne d'ensilage de verts se situe aux environs de 2.500 fr. Le prix de l'unité fourragère des verts ensilés est voisin de 30 fr., ce qui est à peu près le coût de l'U.F. de betterave fourragère.

Bien entendu on peut objecter à cette manière de voir que beaucoup d'agriculteurs n'ont pas la possibilité de vendre leurs feuilles et collets. Si cette masse de fourrage est considérée comme sans valeur ou seulement valorisée par l'ensilage, son prix de revient serait voisin de 1.200 fr. la tonne, soit pour une unité fourragère un coût voisin de 15 fr. C'est là un prix compétitif pour une nourriture d'hiver.

En ce qui concerne les pulpes, dans le pays de Caux, le prix de rétrocession est de l'ordre de 15 fr. la tonne. Compte tenu des frais de transport, de manutention et des pertes dues à l'ensilage, le prix de revient de l'unité fourragère de pulpes ensilée serait d'une vingtaine de francs.

En conclusion, pour que les sous-produits de la betterave sucrière puissent être utilisés valablement comme aliment du bétail, il importe que de grands progrès soient accomplis dans leur conservation pour améliorer la qualité de l'ensilage et pour en réduire les pertes.

Une récolte de feuilles et collets non souillés à terre, un mélange judicieux par lits successifs des verts et des pulpes réduiront au maximum les poches d'air favorables aux fermentations putrides, un tassement énergique du fourrage dans des silos en dur et couverts, sont des conditions indispensables à un bon ensilage.

Les agriculteurs veillent à protéger leurs récoltes de céréales, des dégâts des rongeurs et des insectes. Ils doivent se rendre compte que la réduction des pertes de fourrages de 40 à 20 % est une opération rentable qui ne demande souvent qu'un peu d'attention et de soin.

Le rôle de la recherche agronomique est de préciser les techniques les plus convenables pour assurer aux sous-produits de la betterave sucrière la valorisation la meilleure.

NOUVELLES RECHERCHES EXPERIMENTALES ET ANALYTIQUES SUR L'ENSILAGE DES PULPES, DES FEUILLES ET DES COLLETS DE BETTERAVES SUCRIERES

L. HEDIN et Mlle E. DUVAL
(Laboratoire des Plantes Fourragères de Rouen, I.N.R.A.)

PLAN

I. — INTRODUCTION

II. — METHODES D'ETUDE

1. — **Techniques expérimentales.**
   A - Les silos expérimentaux de Criquetôt-le-Mauconduit.
   B - Les silos expérimentaux de Cagny.
   C - Les silos expérimentaux de Vaux-sur-Aure.
   D - Les prélèvements de la pratique agricole.

2. — **Techniques analytiques.**

III. — RESULTATS

1. — **Ensilages de Criquetot-le-Mauconduit.**
   A - Evolution de la température.
   B - Le tassement.
   C - Résultats analytiques.

2. — **Ensilage de Cagny.**
   - Résultats analytiques.

3. — **Ensilages de Vaux-s-Aure.**
   A - Evolution de la température.
   B - Le tassement.
   C - Résultats analytiques.

4. — **Ensilages de la pratique agricole.**

IV. — DISCUSSION

1. — Interprétation et étude comparative.

A - Sur l'évolution des températures.
  a) Ensilages de Criquetôt-le-Mauconduit.
  b) Ensilages de Vaux-s-Aure.
B - Sur la comparaison des ensilages de verts et de pulpes.
C - Sur la comparaison des ensilages de verts.
  a) Feuilles et collets non hachés avec ou sans pulpe
  b) Feuilles et collets non hachés sans pulpe.
  c) Feuilles et collets hachés ou non.
  d) Feuilles et collets hachés.
D - Sur la comparaison des ensilages de pulpes.
  a) A Criquetôt-le-Mauconduit.
  b) A Cagny.
  c) A Vaux-s-Aure.

2. — Résultats analytiques et appréciation des ensilages.

A - pH
B - Acide lactique

C - Rapport $\frac{\text{acide actique}}{\text{acide sulfurique}}$

D - Bases volatiles

E - Rapport $\frac{\text{N Bases volatiles}}{\text{N total}}$

F - Rapport $\frac{\text{acide lactique}}{\text{glucides totaux}}$

G - Rapport $\frac{\text{matière azotée totale}}{\text{cellulose brute}}$

V. — CONCLUSIONS

1. — **Couverture du silo.**
2. — **Tassement du silo.**
3. — **Drainage.**
4. — **Intérêt des conservateurs.**
5. — **Mélange de verts et de pulpes.**

VI. — BIBLIOGRAPHIE

I. — INTRODUCTION

Dans une étude précédente sur l'ensilage des pulpes, des feuilles et des collets de betteraves sucrières (4), nous avons cherché à préciser les conditions pratiques d'une bonne conservation de ces produits.

Il nous est apparu, à la lumière de nos résultats, que nos conclusions pratiques avaient un caractère trop général et qu'elles ne tenaient pas compte de techniques de conservation actuellement préconisées, mettant en œuvre soit des ensemencements de ferments, soit divers produits chimiques.

C'est la raison pour laquelle nous avons réalisé au cours de la campagne 1957-1958 un certain nombre de silos expérimentaux pour comparer pertes et qualités du fourrage selon les différents modes d'ensilage. Ces essais réalisés à la distillerie de Criquetôt-le-Mauconduit en Seine-Maritime, ont été complétés par des prélèvements effectués dans le Calvados à la Sucrerie de Cagny et à la ferme de l'I.N.A. de Vaux-s-Aure où étaient étudiés divers procédés d'ensilage de pulpes et par l'analyse d'un certain nombre d'ensilages de la pratique agricole.

Depuis une dizaine d'années, la vulgarisation, tant officielle que privée, s'efforce de généraliser un ensilage rationnel des sous-produits de la betterave sucrière.

Pendant le même temps, les techniques de production fourragère ont progressé par l'utilisation des prairies temporaires à grand rendement, de telle sorte qu'on sait aujourd'hui produire l'unité fourragère à des prix relativement bas, de 8 à 12 fr., et que l'on a largement accru la période de pâturage.

C'est la raison pour laquelle dans une précédente publication de l'I.T.B. nous avons cherché à comparer les valeurs argent des ensilages des sous-produits de la betterave sucrière à celle du fourrage pâturé ou fauché de la prairie temporaire.

Dans la présente étude, nous supposons que le prix de revient de cet ensilage est compétitif. Cette hypothèse étant admise, ce travail a deux objectifs. Dans ses conclusions il se propose : 1) de préconiser les techniques d'ensilage qui se sont révélées les meilleures, tant en ce qui concerne la qualité obtenue que les pertes subies.

2) d'indiquer les méthodes analytiques qui doivent permettre dans la pratique courante du laboratoire de juger rapidement de la qualité d'un ensilage.

La réalisation de cette étude a été rendue possible grâce à la subvention accordée par l'Institut Technique de la Betterave Industrielle et au concours actif de son technicien régional, M. Wattiez, auquel on doit l'organisation matérielle et la mise en place des essais à la distillerie de Criquetôt-le-Mauconduit, que dirige M. Magnin.

Nous remercions également M. Magnin de son cordial accueil et de son aide précieuse et M. de Tilly qui, ayant expérimenté de son côté à la sucrerie de Cagny a bien voulu nous communiquer certains résultats de son expérimentation.

En ce qui concerne nos recherches à Vaux-s-Aure, elles ont été entreprises sous la direction effective de M. Salaun et complétées par une expérimentation zootechnique dont M. J. Coleou rendra compte d'autre part.

II. — METHODES D'ETUDE

1. — Techniques expérimentales.

Nous examinerons successivement les techniques expérimentales utilisées à Criquetôt-le-Mauconduit, à Cagny et à Vaux-s-Aure; puis nous dirons les conditions d'ensilage des verts et des pulpes traités dans la pratique agricole.

A — *Les silos expérimentaux de Criquetôt-le-Mauconduit :*

Dans notre étude précédente, nous avions cherché à préciser les pertes et la qualité d'ensilages réalisés chez des agriculteurs et dans des silos expérimentaux.

Nous nous sommes heurtés à des difficultés lorsque nous avons voulu essayer de voir ce qui se passait dans la pratique agricole, parce que nous ne disposions pas de toutes les données indispensables pour suivre l'évolution de l'ensilage et que les comparaisons entre les diverses techniques suivies ne pouvaient être faites valablement.

Pour que des comparaisons soient possibles, il fallait partir de fourrage dont l'origine et la composition soit connue et que l'ensilage soit effectué de telle sorte que l'action d'un seul facteur soit isolée. C'est ce que nous avons essayé de réaliser tant bien que mal et comme il nous a été permis de mettre en place 19 silos expérimentaux, nous en avons profité pour tenter d'évaluer l'influence du drainage, du tassement, du hachage, de la couverture, de diverses conservateurs actuellement préconisés, de l'origine des pulpes et de leur ancienneté.

Au cours de la campagne 1957, nous avons pu installer à la distillerie de Criquetôt-le-Mauconduit un certain nombre de silos établis côte à côte dans des conditions aussi comparables que possible. Nous donnons dans le tableau n° I les caractéristiques de ces 19 silos.

TABLEAU N° I

N° du silo	Nature de la matière ensilée	Caractéristique des silos
1	Feuilles et collets non hachés avec pulpes en couverture Feuilles et collets non hachés 1 Pulpes de distillerie 1 bis	silo non couvert, sol nu
2	Feuilles et collets non hachés avec pulpes en couverture Feuilles et collets non hachés 2 Pulpe de distillerie 3 bis	silo couvert, sol nu
3	Feuilles et collets non hachés avec pulpes en couverture Feuilles et collets non hachés 3 Pulpe de distillerie 3 bis	silo couvert, sol cimenté
4 et 5	Feuilles et collets non hachés	silo couvert, sol cimenté
6	Feuilles et collets hachés, sans conservateur	silo couvert, sol nu
7	Feuilles et collets hachés, avec Métabisulfite de Na	silo couvert, sol nu
8	Feuilles et collets hachés, avec Sovilon	silo couvert, sol nu
9	Feuilles et collets hachés, avec Norsil	silo couvert, sol nu
10	Pulpe de distillerie fraîche	silo couvert, sol nu
11	Pulpe de distillerie de 3 jours. sans conservateur	silo non couvert, sol nu
12	Pulpe de distillerie de 3 jours. sans conservateur	silo couvert, sol nu
13	Pulpe de distillerie de 3 jours. sans conservateur	silo couvert, sol cimenté
14	Pulpe de distillerie de 3 jours. avec Métabisulfite	silo couvert, sol nu
15	Pulpe de distillerie de 3 jours. avec Sovilon	silo couvert, sol nu
16	Pulpe de sucrerie fraîche de Colleville	silo couvert, sol nu
17	Pulpe de sucrerie de 3 jours de Colleville	silo couvert, sol nu
18	Pulpe de sucrerie de Fontaine-le-Dun, 3 jours non ensemencée	silo couvert, sol nu
19	Pulpe de sucrerie Fontaine-le-Dun, 3 jours ensemencée ferments lactiques	silo couvert, sol nu

Quelques explications sont nécessaires pour préciser les conditions dans lesquelles ces ensilages ont été réalisés.

Nous avons utilisé des buses cylindriques en ciment de 1 m. de haut sur 1 m. de diamètre, dressées verticalement. Elles étaient couvertes d'un papier goudronné pour empêcher l'eau de pluie de pénétrer, à l'exception de deux d'entre elles (n^{os} 1 et 11).

La plupart de ces buses reposaient sur un sol de limon, recouvert de quelques centimètres de mâchefer, assurant une bonne infiltration des jus.

Certains silos étaient établis sur une aire cimentée; ils présentaient à leur partie inférieure une ouverture de 6 à 8 cm. de diamètre permettant un écoulement du liquide, mais moins rapide que dans les silos sur sol nu, du liquide stagnant sur le fond cimenté.

L'ensilage a été réalisé du 12 au 19 novembre 1957. Le hachage était obtenu par une ensileuse, le tassement par piétinement d'homme.

Les feuilles et collets utilisés provenaient de la même exploitation.

La pulpe mise en couverture était celle de la distillerie de Criquetôt-le-Mauconduit; c'était une pulpe de 2 jours.

D'une façon générale, aussi bien pour les pulpes de sucrerie que pour celles de distillerie, il est d'usage d'ensiler des pulpes ayant 3 jours d'âge.

Nos essais ont porté sur deux origines de pulpes de sucrerie, les unes proviennent de Colleville, les autres de Fontaine-le-Dun.

A Colleville, on pratique une diffusion non continue. Les pulpes, chauffées à 75° C pendant la diffusion sortent à 38-40° C, à un pH voisin de 6,2; l'alimentation des diffuseurs est faite avec l'eau des condenseurs à pH = 8,4.

A Fontaine-le-Dun, la diffusion est continue et les pulpes sortent à une température de 28° C. On procède à l'intérieur de la batterie de diffusion à l'injection d'une solution aseptique d'aldehyde formique à 40 %, à raison de 135 kg. pour 1.100 tonnes de pulpes (2.200 tonnes de betteraves).

L'ensemencement en ferments lactiques est réalisé de la façon suivante : on prépare avec 5 gr. de ferment lactique un premier pied de cuve de 20 l. qui servira le second jour à la fabrication de 1.000 l. de levain. De ce levain, on prélève environ 6 l. par tonne de pulpe à traiter.

L'addition de conservateurs a été faite à la fois à des feuilles et collets hachés et à des pulpes. La comparaison de différents conservateurs a porté sur « le Norsil », qui est de l'acide formique technique à 85 %, sur le « Sovilon », sel bactériostatique renfermant 18 % d'hologènes actifs des chloro-bromo-iodacétate d'éthoxy-glycol et 0,2 % d'éthéroxyde de glycol polyéthylénique, et également sur le Métabisulfite de soude.

Les concentrations utilisées étaient de 1,5 l. par tonne de fourrage pour le « Norsil », de 100 gr. par tonne pour le « Sovilon » et 4 kg. par tonne pour le Métabisulfite.

Pour assurer une bonne diffusion dans la masse de ces différents conservateurs, leur addition fut faite en deux fois sous forme de solutions aqueuses de 20 l.

On trouvera dans le tableau n° II les quantités introduites dans le silo.

TABLEAU N° II

N° des silos et matière ensilée	Mat. fraîche	Mat. sèche
Silos n° 1 et n° 2	Kg.	Kg.
Feuilles et collets non hachés	160	28,2
Pulpe en couverture	450	42,3
Silo n° 3		
Feuilles et collets non hachés	140	24,6
Pulpe en couverture	420	39,5
Silos n° 4 et 5		
Feuilles et collets non hachés	300	52,8
Silos n° 6, n° 7, n°8 et n° 9		
Feuillest et collets hachés	500	73,5
Silo n° 10		
Pulpe de distillerie	690	61,4
Silo n° 11		
Pulpe de distillerie	760	74,5
Silo n° 12		
Pulpe de distillerie	720	70,5
Silo n° 13		
Pulpe de distillerie	680	66,6
Silos n° 14 et n° 15		
Pulpe de distillerie	760	74,5
Silo n° 16		
Pulpe de sucrerie	660	63,3
Silo n° 17		
Pulpe de sucrerie	800	68,8
Silo n° 18		
Pulpe de sucrerie	760	63,8
Silo n° 19		
Pulpe de sucrerie	760	65,3

Les silos étaient remplis jusqu'au bord et ensuite le fourrage était tassé par piétinement.

Afin d'étudier l'évolution de la température dans la masse ensilée, nous avons introduit, suivant l'axe vertical de chaque silo, un tube de verre dont l'extrémité inférieure bouchée a été placée à 20 cm. du fond du silo. A l'aide d'un thermomètre plongé dans les quelques cm3 de mercure que contenaient ces tubes, on a noté les températures tous les jours pendant six semaines.

Une première prise d'échantillon correspondant à la vidange des silos dans la pratique agricole, a été effectuée du 29 janvier au 4 mars. Le désilage définitif a eu lieu du 29 avril au 28 mai. On a alors pesé le contenu des silos.

Ces prélèvements ont été faits à l'aide d'une sonde mise au points par M. Gaudin, de la Station de Zoologie Agricole de Rouen. On notera sur la figure n° 1 qu'elle comporte à sa base une lame de scie. La partie inférieure tronconique permet à l'échantillon d'être maintenu contre les montants.

B — *Les silos expérimentaux de Cagny :*

Huit silos expérimentaux ont été constitués à la sucrerie de Cagny le 14 décembre 1957 dans le but de vérifier l'influence du tassement, de la couverture et du drainage sur la conservation des pulpes de betteraves.

Nous donnons dans le tableau n° III les différentes combinaisons réalisées dans les divers silos qui contenaient environ 10 T. de pulpe à l'ensilage.

TABLEAU N° III

Silo n° 1	couvert,non tassé	non drainés
Silo n° 2	couvert, tassé	
Silo n° 3	non couvert, tassé	
Silo n° 4	non couvert, non tassé	
Silo n° 5	couvert, tassé	drainés
Silo n° 6	non couvert, non tassé	
Silo n° 7	non couvert, tassé	
Silo n° 8	couvert, non tassé	

Les silos non drainés étaient installés sur la terre à un endroit où le sol était particulièrement imperméable. Les pulpes étaient retenues par des murs de balles de paille de 1 m. de haut et 2 m. de large.

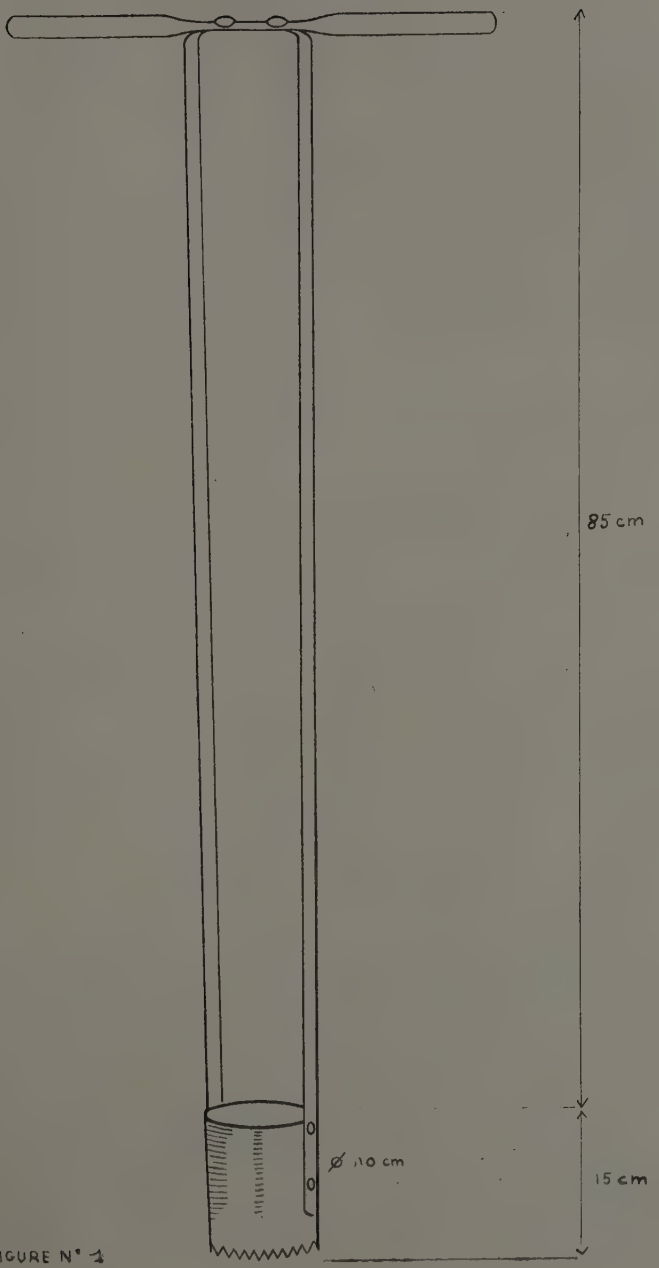


FIGURE N° 1

Les silos drainés étaient posés sur une aire cimentée ayant une bonne pente et afin de favoriser le drainage, la pulpe était mise sur des fagots.

Le tassement a été réalisé au fur et à mesure du remplissage des silos tassés par piétinement d'hommes.

Sur les silos devant être couverts, on avait posé des tôles ondulées.

Des échantillons ont été prélevés le 24 juin et analysés par trois laboratoires : celui de la Station de Technologie végétale de l'I.N.R.A. (M. Barret), celui du Syndicat National des Fabricants de sucre (M. Dubourg) et le Laboratoire des Plantes Fourragères de Rouen.

Lors du désilage, le 12 août 1958, des pesées ont été effectuées afin d'estimer les pertes.

C — *Les silos expérimentaux de Vaux-s-Aure :*

L'essai de Cagny s'étant révélé très critiquable dans son dispositif et ses résultats notamment en ce qui concerne les pertes par entraînement, une nouvelle expérimentation a été entreprise sur des pulpes provenant de la sucrerie de Courseulle.

Les quatre silos établis les 10 et 11 novembre 1958 à la Station expérimentale de l'I.N.A. à Vaux-s-Aure étaient tassés et couverts. Les essais ont porté sur l'emploi de l'acide formique comme conservateur. En outre 2 silos étaient drainés et 2 non drainés afin de préciser la nécessité de l'écoulement des jus.

Silo n° 1 sans conservateur, drainé
Silo n° 2 sans conservateur, non drainé
Silo n° 3 avec acide formique, drainé
Silo n° 4 avec acide formique, non drainé

On a utilisé de l'acide formique à 80 % à raison de 2 l. par tonne de pulpe. Celle-ci lors de la diffusion avait été traitée au formol, à la concentration de 30 gr. par tonne de betteraves travaillées, et au métabisulfite à raison de 55 gr. par tonne.

Les silos drainés étaient constitués avec des balles de paille pressée. Le drainage était obtenu par la pente naturelle du sol.

Les silos non drainés étaient des silos fosse creusés rapidement avec la pelle Poclain. Ils étaient munis d'une housse de 50 cm. de paille pressée retenu par de la terre, ce qui assurait une fermeture hermétique.

Le tableau n° IV donne les dimensions des silos et le tonnage de pulpe introduit.

TABLEAU N° IV

N° des silos	Hauteur	Largeur	Longueur	Tonnage de pulpe
Silo n° 1	1, 80 m fond sortie	3,80 m.	16 m.	105,700 T.
Silo n° 2	2 m. 1 m.	4 m.	14 m.	104,840 T.
Silo n° 3	1, 80 m fond sortie	4 m.	16 m.	103,480 T.
Silo n° 4	1,90m. 0,60m	4 m.	18 m.	108,360 T.

Des analyses ont été faites sur trois prélèvements effectués le 9 février, 9 mars et 6 avril 1959 par les laboratoires qui avaient contribué à l'analyse des pulpes de Cagny.

Dans la partie de ce travail qui leur est consacrée, nous donnerons les résultats obtenus par notre laboratoire.

D — *Les prélèvement de la pratique agricole :*

D'une façon générale nous devons reconnaître qu'en pratique l'ensilage des feuilles et collets de betteraves comme celui de la pulpe n'est pas réalisé avec beaucoup de soin. Il est très fréquent de voir des pulpes en tas sans couverture.

Les ensilages qui ont été analysés au Laboratoire proviennent généralement des silos de bons cultivateurs qui ont essayé d'appliquer tassement, hachage et couverture. Pour chacun des échantillons, nous donnerons des indications sur la réalisation des silos.

2. — Techniques analytiques.

Les méthodes utilisées ont été décrites pour la plupart dans notre précédent mémoire (4). Cependant nous avons pensé que la détermination des bases volatiles nous permettrait, en même temps que celle de l'acide lactique, d'évaluer assez rapidement la qualité d'un ensilage.

Pour cette estimation, nous avons suivi la méthode décrite par M. Jean-Blain (5). Dans ce dosage, on réalise le déplacement par la magnésie calcinée des bases volatiles qui sont entraînées par distillation et recueillies dans une solution titrée d'acide sulfurique. Dans la pratique, on opère sur 20 gr. de matière fraîche additionnée de 200cm3 d'eau permutée. La quantité de magnésie utilisée est de 2 gr.

Nous préciserons aussi la façon dont nous avons obtenu le pH et l'acidité totale : 50 gr. d'ensilage frais, finement haché, sont mis à macérer dans 20 cm^3 d'eau distillée bouillie, refroidie, pendant vingt-quatre heures à 4° C. On peut aussi faire une extraction de 3 mm au mixer. Les résultats obtenus sur les deux filtrats sont identiques. La solution obtenue après filtration sert pour toutes les déterminations ultérieures d'acidité. On lit directement le pH sur un pH-mètre muni d'une électrode de verre anti-colloïde qui trempe dans une partie du jus recueilli. D'autre part, une prise de 20 cm^3 est neutralisée par une solution de soude N/20 jusqu'à pH 8,8 (touche sur papier Merck) pour doser l'acidité totale que l'on exprime en acide sulfurique.

En ce qui concerne les analyses de pulpes de Vaux-s-Aure, nous avons aussi, en accord avec les autres laboratoires suivant l'expérimentation, dosé les acides volatils par la méthode Duclaux. Pour cela, une prise de 200 cm^3 de la solution initiale est placée dans un barboteur et acidifiée jusqu'à pH = 3,0 par de l'acide tartrique. On procède ensuite à un entraînement des acides volatils par un courant de vapeur d'eau. Une colonne rectificative empêche l'acide lactique de passer dans le distillat dont on recueille 250 cm^3, 100 cc. de celui-ci servent au dosage de l'acidité volatile totale. Sur une autre prise de 110 cm^3 on fait un « Duclaux ».

III. — RESULTATS

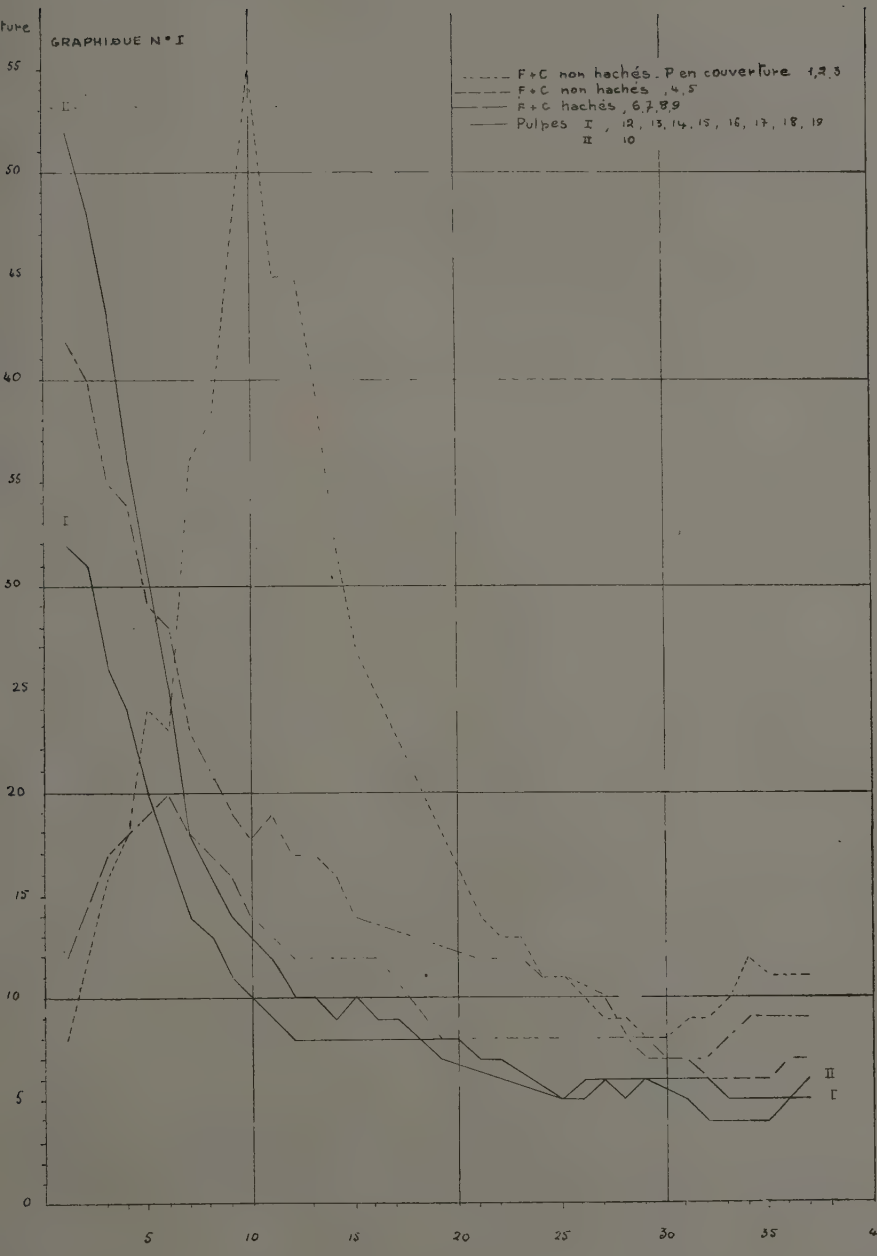
Dans cette partie de notre étude, nous consignerons les observations et les déterminations analytiques concernant les différents ensilages expérimentaux étudiés. Ces résultats seront suivis des analyses des ensilages de la pratique agricole.

1. — Ensilages de Criquetot-le-Mauconduit.

A — *Evolution de la température :*

Nous avons rappelé de quelle façon il nous a été possible de suivre avec des thermomètres introduits dans la masse, les températures de nos différents silos.

Dans le but de rendre plus clair le graphique n° 2, nous avons confondu les courbes très voisines. Un seul tracé moyen représente l'évolution de la température dans les silos 1, 2, 3 qui contiennent des feuilles et collets non hachés avec de la pulpe en couverture. De même, on a représenté par un seul trait la température des 2 silos de feuilles et collets non hachés, celle des 4 silos de feuilles et collets hachés et celle des 9 silos de pulpes. Cependant on a laissé isolée la courbe de variation de la température du silo 10 très différente de celle des autres pulpes.


ture
GRAPHIQUE N° I
F+C non hachés. P en couverture 1,2,3
F+C non hachés , 4,5
F+C hachés , 6,7,8,9
Pulpes I , 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
II 10
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
I
II
I
5
10
15
20
25
30
35
40
nbre de

B — *Le tassement :*

Lors du remplissage, les silos étaient remplis jusqu'au bord supérieur de telle sorte que nous pouvons, compte tenu de leur capacité voisine de 0,75 m3, nous faire une opinion approximative de la densité apparente du fourrage introduit.

Pour les feuilles et collets non hachés, cette densité est de 0,4 environ, pour les feuilles et collets hachés de 0,7 et pour les pulpes, elle est voisine de 1.

Le fourrage ensilé ne tarde pas à se tasser sous son propre poids. Nous donnons dans le tableau n° V les hauteurs des divers ensilages aux premier et deuxième prélèvements.

TABLEAU N° V

N° d'ensilage	Hauteur d'ensilage au 1er prélèv.	Hauteur d'ensilage au 2e prélèvem.	N° d'ensilage	Hauteur d'ensilage au 1er prélèv.	Hauteur d'ensilage au 2e prélèvem.
1	30 cm	17 cm	9	52 cm	52 cm
1 bis	45 cm	40 cm	10	85 cm	65 cm
2	30 cm	17 cm	11	96 cm	87 cm
2 bis	45 cm	45 cm	12	85 cm	74 cm
3	25 cm	20 cm	13	96 cm	85 cm
3 bis	45 cm	40 cm	14	77 cm	69 cm
4	40 cm	40 cm	15	85 cm	71 cm
5	40 cm	40 cm	16	83 cm	66 cm
6	55 cm	50 cm	17	85 cm	58 cm
7	50 cm	47 cm	18	72 cm	65 cm
8	53 cm	50 cm	19	85 cm	77 cm

Au second prélèvement la densité apparente de l'ensilage est d'environ 0,5 pour les feuilles et collets non hachés, de 0,7 pour les feuilles et collets hachés et de 0,8 pour les pulpes.

C — *Résultats analytiques :*

Nous avons regroupé dans le tableau n° VI les analyses chimiques effectuées sur les échantillons que nous avons prélevés à trois reprises dans les différents silos. Nous y avons aussi inscrits les pertes pour 100 de la matière sèche calculées en faisant le rapport

$$\frac{\text{poids du fourrage désilé}}{\text{poids du fourrage introduit}} \times 100.$$

Graphique n° 2

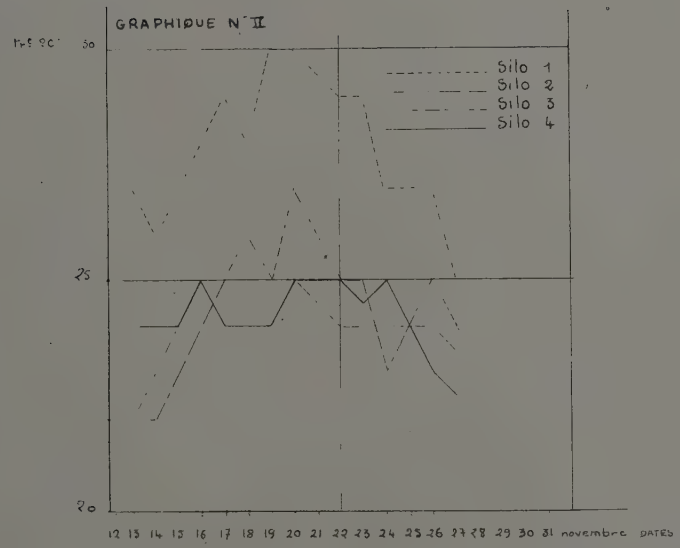


TABLEAU N° 6

N°	Matière ensilée	Conservateur	Caractéristiques des silos	Dates des prélèvements
1	Feuilles et collets non hachés		Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 19 novembre. 1er désilage = 4 mars 1958 2e désilage = 28 mai 1958
1 bis	Pulpe en couverture du 1.		Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 19 novembre 1er désilage = 4 Mars 1958 2e désilage = 28 mai 1958
2	Feuilles et collets non hachés.		Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 19 novembre 1er désilage = 4 Mars 1958 2e désilage = 28 mai 1958
2 bis	Pulpe en couverture du 2.		Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 19 novembre 1er désilage = 4 Mars 1958 2e désilage = 28 mai 1958
3	Feuilles et collets non hachés.		Silo cimenté, drainé, couvert.	A l'ensilage = 19 novembre 1er désilage = 4 Mars 1958 2e désilage = 28 mai 1958
3 bis	Pulpe en couverture du 3.		Silo cimenté, drainé, couvert.	A l'ensilage = 19 novembre 1er désilage = 4 Mars 1958 2e désilage = 28 mai 1958
4	Feuilles et collets non hachés.		Silo cimenté, drainé, couvert.	A l'ensilage = 19 novembre 1er désilage = 4 Mars 1958 2e désilage = 28 mai 1958
5	Feuilles et collets non hachés.		Silo cimenté, drainé, couvert.	A l'ensilage = 19 novembre 1er désilage = 4 mars 1958. 2e désilage = 28 mai 1958
6	Feuilles et collets hachés.	Sans conservateur	Sol nu, silo couvert	A l'ensilage = 15 novembre 1er désilage = 5 février 2e désilage = 13 mai 1958
7	Feuilles et collets hachés.	Métabisulfite de sodium	Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 15 novembre 1er désilage = 5 février 2e désilage = 13 mai 1958
8	Feuilles et collets hachés.	Sovilon	Sol nu, silo couvert	A l'ensilage = 15 novembre 1er désilage = 5 février 2e désilage = 13 mai 1958
9	Feuilles et collets hachés.	Norsil	Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 15 novembre 1er désilage = 5 février 2e désilage = 13 mai 1958

ENSILAGES EXPERIMENTAUX DE CRIQUETOT-LE-MAUCONDUIT

	Résultats exprimés en % de la matière séche									
pH	Acidité totale exprimée en SO_4H_2	Acide lactique	Bases volatiles	Sucres solubles	Glucides facilement hydrolysables	Matière azotée totale (N × 6.25)	Cellulose brute	Matières minérales	Matières terreuses	Pertes % de la matière sèche
6,1	0,39			20,5	13,0	11,75	12,0	9,6	10,4	
4,9	2,30	1,79	0,26	3,1	11,7	13,56	9,3	10,6	29,2	
4,6	4,96	0,71	0,41	0,2	12,1	16,19	11,8	9,2	26,4	51,8
4,5	0,88			3,1	35,3	10,81	18,8	4,4	2,6	
4,0	3,17	2,42	0,04	0,7	33,6	9,31	18,5	4,6	4,1	
3,7	4,49	0,64	0,01	1,3	29,9	10,56	18,7	4,5	3,4	45,7
6,1	0,39			20,5	13,0	11,75	12,0	9,6	10,4	
4,4	4,00	3,95	0,15	0,2	17,2	11,94	13,3	10,2	21,8	
4,5	4,69	0,93	0,16	0,2	14,3	12,25	13,8	8,1	25,2	45,8
4,5	0,88			3,1	35,3	10,81	18,8	4,4	2,6	
4,0	3,54	1,94	0,01	0,2	32,9	9,19	18,7	5,1	2,2	
3,7	5,06	3,12	0,01	0,9	30,1	10,94	20,6	5,0	2,5	42,9
6,1	0,39			20,5	13,0	11,75	12,0	9,6	10,4	
4,8	3,59	2,31	0,27	0,2	12,6	13,37	12,3	9,6	31,6	
4,3	4,50	3,55	0,17	traces	16,4	12,81	14,7	6,8	23,6	56,8
4,5	0,88			3,1	35,3	10,81	18,8	4,4	2,6	
4,0	3,46	1,47	0,04	0,2	32,5	10,31	18,5	4,9	1,5	
5,5	7,21	2,95	0,01	2,2	30,2	9,69	19,8	4,9	2,6	38,6
6,1	0,39			20,5	13,0	11,75	12,0	9,6	10,4	
4,7	4,33	1,26	0,61	0,5	11,7	11,44	11,4	13,1	26,0	
4,6	4,47	2,44	0,61	0,9	10,2	13,19	12,1	13,7	19,3	63,2
6,1	0,39			20,5	13,0	11,75	12,0	9,6	10,4	
4,6	3,29	1,60	0,40	0,5	12,4	11,50	16,1	10,9	29,8	
4,9	2,92	2,14	0,49	traces	9,6	12,31	16,3	12,5	31,6	58,2
5,5	0,47			18,0	11,7	13,94	9,7	10,9	9,7	
4,1	5,14	8,98	0,20	0,2	13,2	13,56	11,9	11,8	13,8	
4,2	5,40	5,91	0,21	0,2	13,5	15,75	12,2	11,4	15,9	62,8
5,5	0,47			18,0	11,7	13,94	9,7	10,9	9,7	
4,1	4,70	6,96	0,20	0,5	16,2	13,25	11,8	12,0	15,1	
4,3	4,07	2,56	0,21	0,2	13,4	13,12	12,4	11,8	17,8	60,4
5,5	0,47			18,0	11,7	13,94	9,7	10,9	9,7	
4,1	5,00	9,11	0,21	0,2	16,4	13,31	11,7	11,9	14,6	
4,3	5,39	6,22	0,21	0,7	11,9	14,62	12,7	10,1	17,8	52,2
5,5	0,47			18,0	11,7	13,94	9,7	10,9	9,7	
4,0	5,53	9,68	0,18	0,2	16,9	13,56	11,3	11,7	14,4	
4,0	5,80	5,98	0,17	0,2	11,8	13,81	12,1	10,1	18,5	38,7

TABLEAU N° 6

N°	Matière ensilée	Conservateur	Caractéristiques des silos	Dates des prélèvements
10	Pulpe de distillerie ensilée fraîche.		Sol nu, silo couvert	A l'ensilage = 15 novembre 1er désilage = 13 février 2e désilage = 20 mai 1958
11	Pulpe de distillerie ensilée après 3 jours		Sol nu, silo non couvert	A l'ensilage = 12 novembre 1er désilage = 29 janvier 2e désilage = 29 avril 1958
12	Pulpe de distillerie ensilée après 3 jours	Sans conservateur	Sol nu, silo couvert	A l'ensilage = 12 novembre 1er désilage = 29 janvier 2e désilage = 29 avril 1958
13	Pulpe de distillerie ensilée après 3 jours		Silo cimenté, drainé, couvert.	A l'ensilage = 12 novembre 1er désilage = 29 janvier 2e désilage = 29 avril 1958
14	Pulpe de distillerie ensilée après 3 jours	Métabisulfite de sodium	Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 12 novembre 1er désilage = 29 janvier 2e désilage = 29 avril 1958
15	Pulpe de distillerie ensilée après 3 jours.	Sovilon	Sol nu, silo couvert	A l'ensilage = 12 novembre 1er désilage = 29 janvier 2e désilage = 29 avril 1958
16	Pulpe de la Sucrerie de Colleville, ensilée fraîche		Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 12 novembre 1er désilage = 13 février 2e désilage = 20 mai 1958
17	Pulpe de la Sucrerie de Colleville, ensilée après 3 jours.		Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 12 novembre 1er désilage = 13 février 2e désilage = 20 mai 1958
18	Pulpe de la Sucrerie de Fontaine-le-Dun, ensilée après 3 jours	Non ensemencée en ferments lactiques	Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 15 novembre 1er désilage = 13 février 2e désilage = 20 mai 1958
19	Pulpe de la Sucrerie de Fontaine-le-Dun, ensilée après 3 jours.	Ensemencée en ferments lactiques	Sol nu, silo couvert.	A l'ensilage = 15 novembre 1er désilage = 13 février 2e désilage = 20 mai 1958

Matière sèche	pH	Acidité totale exprimée en SO_4H_2	Acide lactique	Bases volatiles	Sucres solubles	Glucides facilement hydrolysables	Matière azotée totale (N × 6.25)	Cellulose brute	Matières minérales	Matières terreuses	Pertes de la matière sèche
8,9	4,4	0,77			3,1	31,3	13,31	19,0	4,4	3,4	
8,7	4,1	2,71	0,30	0,00	4,9	30,4	10,25	18,0	4,7	4,7	
9,9	3,5	5,81	2,60	0,02	1,6	24,2	11,12	20,4	4,7	5,2	48,7
9,8	5,1	0,42			1,1	37,5	12,81	20,1	4,3	1,4	
6,0	3,7	7,00	4,23	0,06	5,1	25,5	11,87	22,0	5,1	1,3	
9,6	3,7	2,72	0,33	0,01	1,5	33,2	10,62	21,5	3,9	1,7	51,5
9,8	5,1	0,42			1,1	37,5	12,81	20,1	4,3	1,4	
9,1	3,8	4,02	2,43	0,04	0,9	37,3	10,31	20,4	4,5	0,7	
9,7	3,7	2,70	0,33	0,01	1,8	31,8	10,62	22,1	4,7	0,8	53,2
9,8	5,1	0,42			1,1	37,5	12,81	20,1	4,3	1,4	
9,2	3,8	3,41	2,39	0,04	0,5	35,0	10,37	20,3	4,4	1,0	
9,9	3,8	2,11	0,32	0,01	1,5	29,1	10,25	20,7	3,9	1,2	34,5
9,8	5,1	0,42			1,1	37,5	12,81	20,1	4,3	1,4	
10,5	4,2	2,75	2,08	0,03	1,1	36,5	10,25	20,1	7,2	1,2	
11,2	3,5	4,90	1,72	0,01	4,8	26,6	10,75	20,5	6,6	1,3	51,4
9,8	5,1	0,42			1,1	37,5	12,81	20,1	4,3	1,4	
9,4	3,9	3,34	2,36	0,02	1,6	36,7	10,19	20,2	4,4	0,9	
10,6	3,7	2,22	0,60	0,01	4,2	26,4	11,19	22,4	4,2	1,1	48,3
9,6	5,9	0,14			4,0	33,9	8,56	20,4	3,5	2,8	
8,7	3,9	2,71	0,62	0,00	0,7	33,9	10,31	22,2	3,1	0,6	
9,4	4,2	2,78	3,44	0,00	0,5	32,7	10,31	20,5	3,0	1,4	50,2
8,6	4,0	2,08			2,0	28,8	10,56	23,2	3,1	1,0	
8,6	3,8	9,15	0,31	0,01	2,9	21,9	11,75	24,0	3,2	1,0	
9,9	3,4	10,85	5,21	0,04	2,7	19,5	12,25	29,8	3,3	1,6	50,2
8,4	4,3	1,48			1,3	30,4	12,19	24,1	5,4	0,9	
8,9	3,9	10,31	4,07	0,09	1,1	21,1	11,56	27,0	4,2	3,4	
9,6	3,5	10,90	4,70	0,12	1,9	15,5	12,56	32,6	4,6	3,6	49,50
8,6	4,3	1,28			0,7	31,1	11,12	22,6	4,3	3,3	
7,7	3,9	11,92	1,74	0,09	1,7	21,6	12,31	25,3	4,7	4,1	
8,1	3,5	12,95	5,61	0,01	2,7	18,6	12,19	26,1	4,2	4,0	48,8

TABLEAU N° VII

RESULTATS D'ANALYSES DES PULPES ENSILEES DE GAGNY

		Résultats exprimés en % de la matière seche									
N°	Caractéristiques des silos	Mat. sèche % de matière fraîche	pH	Acidité totale exprimée en SO^4H^2	Acide lactique	Bases volatiles	Glucides facilement hydrolysables	Matière azotée totale	Cellulose brute	Matières minérales	Matières terreuses
1	ND, NT, C	8,8	4,3	11,0	1,81	0,195	16,1	10,69	28,6	10,4	2,2
2	ND, T, C	8,6	4,0	12,2	1,55	0,111	15,1	14,38	27,6	8,8	1,7
3	ND, T, NC	7,7	4,2	7,5	0,68	0,111	15,9	14,06	27,3	8,2	2,6
4	ND, NT, NC	8,8	3,8	13,7	0,90	0,152	14,8	12,81	31,0	5,8	1,9
5	D, T, C	10,1	3,7	11,4	1,05	0,132	15,7	14,06	32,7	4,2	2,2
6	D, NT, NC	8,7	4,2	8,4	0,91	0,351	10,7	16,00	40,3	5,8	3,0
7	D, T, NC	9,4	3,8	11,7	1,13	0,212	13,6	17,19	34,1	5,5	2,8
8	D, NT, C	8,8	4,1	11,3	0,30	0,390	15,6	17,31	35,3	6,1	2,0

Nous avons retranché du poids du contenu des silos au désilage le poids approximatif d'une partie pourrie localisée en surface et au fond de ces silos.

2. — Ensilages de Cagny.

Nous ne possédons pas de renseignements sur l'évolution de la température dans les silos réalisés à Cagny.

La densité apparente des pulpes est comprise entre 0,85 et 0,97 à l'ensilage.

Résultats analytiques :

Le tableau n° VII expose les résultats des dosages effectués sur les prélèvements du 24 juin 1958.

3. — Ensilages de Vaux-sur-Aure.

A — *Evolution de la température :*

Nous représentons sur le graphique n° 2 les résultats qui nous ont été communiqués. Nous avons regroupé, en prenant leur moyenne, les quatre lots qui constituent chaque silo.

B — *Le tassement :*

Dans le tableau n° VIII, nous indiquons les hauteurs de pulpe dans les différents silos, aux premiers et aux troisièmes prélèvements. Ces hauteurs sont exprimées en % de la hauteur initiale.

TABLEAU N° VIII

	Hauteur de la pulpe	% de la hauteur initiale
Silo n° 1	61	47
Silo n° 2	60	45
Silo n° 3	60	50
Silo n° 4	80	45

C — *Résultats analytiques :*

Dans le tableau n° IX nous donnons les résultats d'analyse des pulpes pour les trois désilages effectués.

TABLEAU N° IX

RESULTATS D'ANALYSE DES PULPES ENSILEES DE VAUX-sur-AURE

					Résultats exprimés en % de matière sèche						
N°	Mode de conservation	Dates de prélèvement	Mat. sèche % de matière fraîche	pH	Acidité totale exprimée en SO^4H^2	Acidité volatile totale exprimée en SO^4H^2	Acide acétique	Acide butyrique	Acide lactique	Matière azotée totale Nx6,25	Matières minérales et terreuses
1	Silo drainé - pulpes sans conservateur	9-2-1959	11,6	3,8	11,9	11,7	7,3	7,4	3,0	13,4	9,8
		9-3-1959	10,8	3,7	13,4	13,4	11,5	6,1	3,2	12,8	10,6
		6-4-1959	10,4	3,8	12,8	12,6	7,9	8,0	2,6	12,0	9,9
2	Silo non drainé - pulpes sans conservateur	9-2-1959	10,4	3,7	11,9	10,7	10,5	2,5	4,4	12,4	9,0
		9-3-1959	11,6	3,7	11,0	11,0	6,9	6,6	4,0	12,1	15,9
		6-4-1959	11,1	3,6	11,7	11,5	7,1	6,8	5,2	13,0	8,5
3	Silo drainé - pulpes additionnées d'acide formique	9-2-1959	11,0	3,7	8,3	7,3	5,6	2,6	3,0	10,6	7,5
		9-3-1959	10,6	3,6	9,3	8,6	4,5	5,5	3,7	11,4	8,9
		6-4-1959	11,6	3,6	9,7	9,1	6,0	4,5	4,9	11,1	8,8
4	Silo non drainé - pulpes additionnée d'acide formique	9-2-1959	10,3	3,7	10,1	9,0	6,6	4,4	3,6	10,8	7,7
		9-3-1959	10,9	3,6	10,2	9,5	6,4	4,8	4,1	10,8	8,9
		6-4-1959	11,5	3,5	9,6	8,1	5,7	3,8	4,8	9,0	8,1

4. — Ensilage de la pratique agricole.

Nous disposons d'un certain nombre d'analyses faites sur des ensilages réalisés chez différents cultivateurs.

Nous les avons regroupés dans le tableau n° X avec quelques indications sur les provenances des échantillons.

TABLEAU N° X

ENSILAGES DE SOUS-PRODUITS DE LA BETTERAVE SUCRIERE DANS LA PRATIQUE AGRICOLE

N°	Matière ensilée	Type de silo	Date de prélèvement	Appréciation odeur	pH	Matière sèche	% de matière sèche			
							Acidité sulfurique	Matières azotées totales	Matières minérales	Matières terreuses
1	Feuilles et collets hachés	Silo fosse couvert chargé	30- 4-1958	TB	4,0	20,1	7,8	11,4	11,4	8,6
2	Feuilles et collets non hachés et pommes de terre (F et C pour analyses)		9- 4-1958	B	3,9	15,5	9,4	14,3	15,0	14,8
	Feuilles et collets non hachés et pulpes									
3	1 2 F. et C. + 1 2 P. ensemencées en ferments lactiques	Silo en dur	20-12-1957	B	4,3	11,4	7,4	12,6	6,5	13,3
4	1 2 F et C + 1 2 P	Sol dur	20-12-1957	B	4,	12,0	8,1	13,1	7,7	11,3
5	1 2 F. et C + 1 2 P		31-12-1957	TB	4,0	12,5	10,9	12,8	5,2	16,0
6	1 2 F. et C. frais + 1 2 P de distillerie en couverture	Fosse cimentée non couverte	29- 1-1958	B	3,7	12,5	8,0	10,9	15,9	11,3
6 bis	1 2 F. et C. avancés + 1 2 P de distillerie en couverture	Fosse cimentée non couverte	29- 1-1958	B	3,8	16,0	7,8	10,8	12,6	27,3
7	1 2 F. et C. + 1 2 P.		29- 1-1958		4,0	11,8	8,2	12,7	6,9	8,3
8	1 3 F. uniquement + 2 3 P.	Ballots paille sur terre	20-12-1957	B	3,8	10,5	11,4	13,1	7,1	9,7
9	1 10 F. et C. + 9 10 P		31-12-1957	AB	3,7	10,0	7,5	12,8	4,6	9,7
10	1 20 F. et C. + 19 20 P par lits		21- 1-1958	TB acétique	3,9	14,7	9,7	12,8	10,8	10,9
11	Feuilles et collets hachés et pulpes de distillerie avec pommes de terre		30- 4-1958	B	3,9	14,5	7,2	9,8	6,7	35,5
12	Pulpes		31-12-1957	B	3,7	12,3	11,0	13,8	4,5	5,2
13	Pulpes		31-12-1957	AB	3,6	7,0	11,6	12,7	3,9	2,1
14	Pulpes de distillerie	Silo non couvert	9- 4-1958	B	3,6	8,9	10,6	13,2	5,0	1,7
15	Pulpes de distillerie		9- 4-1958	B dessus M dessous	3,7	10,7	12,7	13,9	7,4	7,9
16	Pulpes et pommes de terre (9 10 P. + 1 10 p de t.)		31-12-1957	TB	3,9	9,8	10,5	10,8	3,7	5,7

IV. — DISCUSSION

1. — Interprétation et étude comparative.

A — *Sur l'évolution des températures* :

a) Ensilages de Criquetôt-le-Mauconduit.

L'observation du graphique n° 1 montre l'évolution différente de la température de la masse ensilée suivant qu'il s'agit de feuilles et collets hachés ou non ou de pulpes. Les feuilles et collets ont une courbe à maximum, les pulpes ont une température constamment décroissante.

L'allure de ces courbes dépend aussi de la plus ou moins grande quantité d'air inclus dans le fourrage au moment de la mise en silos. Ainsi c'est pour les feuilles et collets non hachés que l'on obtient la température la plus élevée. Le maximum atteint au bout de dix jours d'ensilage est de 55°. Pour les feuilles et collets hachés dont le tassement se fait mieux, il est de 20° seulement, le sixième jour.

La courbe d'évolution des feuilles et collets non hachés recouverts de pulpes est assez semblable à celle des pulpes seules mais située au-dessus de celle-ci. Elle a aussi la particularité de présenter un petit maximum de 19° le onzième jour après ensilage.

Dans le but de simplifier le graphique n° 1 nous avions confondu plusieurs tracés voisins. Il est intéressant de reprendre maintenant l'ensemble des courbes afin de commenter les différences éventuelles.

En ce qui concerne les feuilles et collets non hachés couverts de pulpes, seul le silo drainé se différencie par sa température moins élevée au démarrage ; elle est à ce moment de 36° C alors que celle des deux autres silos couverts et non couvert sur sol nu est de 45°. Cette différence initiale s'annule d'ailleurs rapidement.

Dans le cas des feuilles et collets hachés l'emploi de métabisulfite de soude comme conservateur semble diminuer la température. Le maximum du silo ainsi traité est de 17° alors qu'il atteint 21° pour les autres. Ceci semble en relation avec l'acidité totale qui est moins importante pour ce silo d'environ 18 %.

Les pulpes ne se différencient pas les unes des autres au point de vue de la température sauf en ce qui concerne la pulpe du silo n° 10 que nous avons d'ailleurs isolée sur le graphique. Il s'agit d'une pulpe de distillerie ensilée dès sa sortie de fabrication.

b) Ensilages de Vaux-s-Aure.

Sur le graphique n° 2 représentant l'évolution de la température dans les différents silos de pulpe, nous remarquons que les silos sans conservateur ont monté plus haut que ceux qui ont été additionnés d'acide formique.

De même que pour les feuilles et collets hachés de Criquetôt, on remarque bien que la corrélation ne soit pas très rigoureuse, que l'acidité totale croit avec la température maximum enregistrée

	Silo 1	Silo 2	Silo 3	Silo 4
Température maximum	30°	27°	26°	25°
Acidité totale exprimée en SO^4H^2	12,7	11,5	9,1	10,0

Les observations précédentes nous amènent à lier l'évolution de la température du début de l'ensilage au développement de la fermentation lactique. Rappelons qu'une température élevée du silo conditionne ce que l'on appelle une fermentation douce à acidité lactique faible avec des pertes de matière sèche importantes.

A l'inverse, la fermentation acide est réalisée avec une température sensiblement moindre et une humidité constante de la masse ensilée.

C'est le cas des ensilages des feuilles et collets hachés de Criquetôt et des pulpes de Vaux-s-Aure dont les températures sont comprises dans l'intervalle 17-37° indiqué par M. Barret (2) comme le plus favorable au développement de l'acide lactique.

B — *Sur la comparaison des ensilages de verts et de pulpes :*

L'étude des tableaux regroupant les analyses de Criquetot-le-Mauconduit, Cagny, Vaux-s-Aure et celles des ensilages de la pratique agricole nous permet de reconnaître des différences marquées entre les ensilages composés de pulpes ou de feuilles de collets ainsi qu'il apparaît nettement dans le tableau n° XI.

Ce tableau nous aide à comprendre ce qui peut se passer à l'occasion du mélange des feuilles et collets et des pulpes indépendamment du rôle mécanique que joue la pulpe.

TABLEAU N° XI

	Minimum	Moyenne	Maxim.		Minimum	Moyenne	Maxim.
M.S.				*Glucides facilement hydrolysables*			
P	6,0	9,7	12,3	P	10, 7	25,4	37,3
F et C	12,1	15,7	20,1	F et C	9,6	13,4	17,2
pH				*Matière azotée totale*			
P	3,5	3,8	4,3	P	9,0	11,8	17,3
F et C	4,0	4,4	4,9	F et C	11,4	13,3	16,2
Acidité sulfurique				*Cellulose brute*			
P	2,7	8,1	13,7	P	18,0	24,3	34,1
F et C	2,3	4,9	9,4	F et C	9,3	12,6	16,3
Acide lactique				*Matières minérales*			
P	0,3	2,5	5,6	P	3,0	5,1	10,4
F et C	0,7	4,2	9,7	F et C	6,8	11,1	15,0
Bases volatiles				*Matières terreuses*			
P	0	0,07	0,4	P	0,6	2,4	7,9
F et C	0,2	0,28	0,6	F et C	8,6	20,8	31,6
Sucres solubles							
P	0,2	1,9	5,1				
F et C	0,2	0,5	3,1				

On observe en particulier qu'après ensilage il y a moins de glucides totaux dans les feuilles et collets que dans les pulpes. C'est qu'une partie importante de ces glucides qui se trouvait sous forme de sucres solubles a été utilisée pour les fermentations et particulièrement pour la formation d'acide lactique.

C — *Sur la comparaison des ensilages de verts :*

Dans ce chapitre, nous comparerons d'abord les ensilages et collets non hachés aux ensilages hachés. Nous examinerons ensuite l'influence des différents modes d'ensilage sur les feuilles et collets non hachés d'une part et les verts hachés d'autre part.

a) Feuilles et collets non hachés avec ou sans pulpe :

Il suffit de se reporter au tableau VI pour comprendre l'importance de l'addition de pulpes aux feuilles et collets non hachés.

Cette comparaison est particulièrement nette pour notre expérimentation dans laquelle les feuilles et collets non hachés ont été retirés du silo en très mauvais état. Les pertes de matière sèche ont été de 60,7 % pour les feuilles et collets non hachés et de 51,5 % pour ceux qui étaient couverts de pulpes.

b) Feuilles et collets non hachés sous pulpe :

— Comparaison portant sur la couverture.

L'ensilage du silo non couvert a, au deuxième prélèvement une humidité supérieure à celle de la masse ensilée du silo couvert. Son pH est plus élevé, ce qui correspond à l'acidité totale plus lente à démarrer dans le silo non couvert, à l'acide lactique qui est moins important et au pourcentage de bases volatiles nettement plus fort dans ce silo. Les pertes plus importantes pour le silo non couvert ont surtout porté sur les glucides totaux.

— Comparaison portant sur le drainage.

Rappelons qu'à Criquetôt-le-Mauconduit, le drainage n'a donné lieu à aucune mesure des jus écoulés et que par suite de l'établissement des silos non drainés sur un sol relativement perméable, il est difficile de préciser les différences entre les silos « drainés » et ceux appelés « non drainés ».

On note dans le silo cimenté, drainé, un pH plus bas, plus d'acide lactique au deuxième prélèvement et plus de pertes de matière sèche que dans le silo non drainé.

c) Feuilles et collets hachés ou non :

Les essais effectués à Criquetôt-le-Mauconduit sur l'influence du hachage sur l'ensilage des verts de betteraves ont porté sur des feuilles et collets hachés n'ayant pas la même origine que les feuilles et collets entiers. Cependant, nous nous sommes autorisés de leurs compositions chimiques voisines au moment de l'ensilage, pour les comparer.

TABLEAU N° XII

	Minimum	Moyenne	Maxim.		Minimum	Moyenne	Maxim.
M.S.				*Glucides facilement hydrolysables*			
non hachés	12,1	15,5	18,1	non hachés	11,7	12,8	17,2
hachés	14,5	15,4	16,6	hachés	11,8	14,2	16,9
pH				*Matière azotée totale*			
non hachés	4,3	4,6	4,9	non hachés	11,9	12,9	16,2
hachés	4,0	4,2	4,3	hachés	13,1	13,9	15,8
Acidité sulfurique				*Cellulose brute*			
non hachés	2,30	3,90	4,96	non hachés	9,3	13,1	16,3
hachés	4,07	5,13	5,80	hachés	11,3	12,0	12,7
Acide lactique				*Matières minérales*			
non hachés	0,71	2,07	3,95	non hachés	6,8	10,5	12,5
hachés	2,56	6,96	9,68	hachés	10,1	11,4	12,0
Bases volatiles				*Matières terreuses*			
non hachés	0,15	0,35	0,61	non hachés	21,8	26,5	31,6
hachés	0,17	0,20	0,21	hachés	13,8	16,0	18,5
Sucres solubles				*Pertes % de matière sèche*			
non hachés	0	0,6	3,1	non hachés	45,8	55,2	63,2
hachés	0,2	0,3	0,7	hachés	38,7	53,5	62,8

Le tableau n° XII fait ressortir nettement les différences amenées par le hachage dans la composition de l'ensilage des feuilles et collets.

Les verts hachés ont un pH plus bas, une acidité totale, en particulier lactique plus élevée et moins de bases volatiles que les verts non hachés.

d) Feuilles et collets hachés :

— Influence des conservateurs.

Le pH varie peu (4,0 à 4,3). Il est cependant plus faible pour les deux prélèvements effectués dans le silo contenant du Norsil. Ceci est en accord avec le fait que l'acidité totale et en particulier lactique y est plus élevée et les bases volatiles moins importantes.

Au second prélèvement, il reste nettement moins de glucides dans les silos contenant du Norsil et du Sovilon.

En ce qui concerne les matières azotées, cellulose brute et matières minérales, on ne distingue pas de différences sensibles.

On notera les pertes de matière sèche nettement moindres dans les silos contenant du Norsil.

D — *Sur la comparaison des ensilages de pulpes :*

a) A Criquetôt-le-Mauconduit.

Dans ce paragraphe nous examinerons successivement l'influence des cinq facteurs suivants sur l'évolution de l'ensilage de pulpes : origine, ancienneté au moment de la mise en silo, drainage, couverture et conservateurs.

— Influence de l'origine des pulpes.

Nous avons utilisé, en vue de les comparer des pulpes provenant de deux sucreries et d'une distillerie. Les pulpes qui n'étaient pas identiques avant ensilage ont aussi présenté des évolutions différentes. Ce sont ces deux points que nous allons préciser maintenant.

α) A l'ensilage.

La pulpe de distillerie de trois jours se distingue nettement des pulpes de sucrerie du même âge par une matière sèche plus élevée, un pH plus fort correspondant à une acidité sulfurique plus faible. Elle contient plus de glucides totaux. Mais la proportion de sucres solubles dans l'eau y est moins importante que dans les pulpes provenant de Colleville ou de Fontaine-le-Dun. Les teneurs en cellulose brute, matières azotées et matières minérales sont très voisines les unes des autres.

La différence entre les pulpes de sucrerie porte essentiellement sur l'acidité plus forte des pulpes de Colleville et leur plus grande proportion de sucres solubles dans les glucides totaux.

β) Sur l'évolution.

Lors des deux prélèvements effectués sur la masse ensilée, les pulpes de distillerie se différencient des pulpes de sucrerie par un pH plus élevé, une acidité totale plus faible ainsi que les bases volatiles et des glucides nettement plus importants; la matière azotée et la cellulose brute y sont en moins forte proportion.

En ce qui concerne l'acide lactique, son pourcentage dans les pulpes de distillerie diminue au second prélèvement alors qu'il s'accroît pour les pulpes de sucrerie.

Les pulpes de Fontaine-le-Dun ensemencées en ferments lactiques ont une acidité totale sensiblement plus forte que celles de Colleville. Elles sont aussi, au second prélèvement un peu plus riches en acide lactique.

L'examen du tableau n° VI montre aussi que les pulpes de distillerie ont moins évolué que celles de sucrerie. Leur teneur en glucides est restée sensiblement la même et l'acidité développée a été faible. Les pulpes de sucrerie ont au contraire subi de grandes diminutions de leurs teneurs en glucides. Elles ont une forte acidité totale. Leur cellulose a augmenté par rapport à la teneur de la pulpe initiale.

— Influence de l'âge.

Nous avons fait des essais sur les pulpes de sucrerie de Colleville, une partie à l'état frais et une autre après qu'elle soit restée trois jours en tas. Nous avons aussi mis en silos des pulpes de distillerie de trois jours et une qui venait de sortir de fabrication.

Nous allons examiner les différences présentées à l'analyse par ces pulpes lors de l'ensilage puis lors des divers prélèvements.

α) A l'ensilage.

La pulpe de Colleville ensilée au bout de trois jours présente une nette évolution par rapport à cette pulpe fraîche. La fermentation acide a commencé comme l'indiquent le pH plus bas et l'acidité plus élevée.

D'autre part, les matières azotées et la cellulose brute sont plus fortes. La matière sèche est un peu moins élevée. Là encore on peut dire que les glucides hydrolysables disparaissent les premiers.

L'examen des deux pulpes de distillerie ne permet pas la même interprétation. En particulier l'acidité est plus forte dans la pulpe fraîche. Cependant nous ne retiendrons pas cette comparaison. En effet les prélèvements n'ont pas été faits sur le même lot à trois jours d'intervalle comme pour les pulpes de Colleville.

β) Sur l'évolution.

L'acidité de la pulpe de Colleville ensilée après trois jours est plus grande (pH plus bas et acidité tant sulfurique que lactique plus élevée). Les glucides sont plus importants dans la pulpe ensilée fraîche. La cellulose y a une teneur plus faible. Quant aux pertes de matières sèches, elles sont identiques.

— Influence du drainage.

α) Sur les pulpes placées au-dessus des feuilles et collets non hachés.

Le silo drainé contient une pulpe fraîche plus riche en matière sèche, ayant un pH plus bas et une acidité totale plus élevée au second prélèvement.

β) Sur les pulpes ensilées seules.

L'analyse révèle peu de différence entre les pulpes drainées et les non drainées. On remarque seulement que ces dernières ont une acidité totale légèrement supérieure.

— Influence de la couverture.

α) Sur les pulpes placées au-dessus des feuilles et collets non hachés.

On remarque peu de différence entre la pulpe provenant du silo couvert et celle du silo non couvert : les pH sont identiques et l'acidité totale du même ordre de grandeur. Cependant la teneur en acide lactique est plus élevée au second prélèvement dans le silo ouvert. Les pertes de matière sèche sont légèrement plus élevées dans le silo non couvert qui a subi des entraînements par lessivage.

β) Sur les pulpes ensilées seules.

Pour les pulpes de distillerie, ensilées avec ou sans couverture, l'analyse des seconds prélèvements montre qu'il n'y a pas de différence sensible entre ces deux modes d'ensilage. Au premier prélèvement, l'acidité totale, l'acide lactique et les bases volatiles étaient plus élevées dans le silo non couvert.

— Influence des conservateurs.

Les pulpes de distillerie ensilées avec un conservateur ont une teneur plus élevée en matière sèche. L'acidité est plus lente à se développer dans le silo contenant du métabisulfite, cependant au second prélèvement, elle y est plus élevée que dans les autres silos.

En ce qui concerne l'acide lactique, son pourcentage qui ne semble pas influencé par les conservateurs au premier prélèvement, est nettement plus élevé au second pour le silo contenant du métabisulfite. Il est aussi sensiblement plus fort lorsque l'on a utilisé du Sovilon que dans le cas où la pulpe a été ensilée seule.

Les pertes sont légèrement moindres dans les silos avec conservateur. Dans le silo additionné de Sovilon où les matières azotées totales et la cellulose brute sont plus importantes, il semble qu'elles aient plus porté sur les glucides que dans les autres silos.

b) A Cagny.

Nous avons rappelé les conditions expérimentales des essais de Cagny qui se proposaient de préciser l'influence des trois facteurs suivants : tassement, couverture, drainage. Les estimations des pertes ont montré que celles-ci étaient beaucoup plus importantes dans les silos drainés. Cependant les critiques qui ont été faites sur cette expérimentation ont insisté sur le fait que les pulpes introduites dans des différents silos n'avaient pas le même pH.

TABLEAU N° XIII

Expérimentation de Cagny

	Couvert	Non couvert	Drainé	Non drainé	Tassé	Non tassé
Matière sèche	9,1	8,7	9,3	8,5	9,0	8,8
pH	4,0	4,0	4,0	4,1	3,9	4,1
Acidité sulfurique	11,5	10,3	10,7	11,1	10,7	11,1
Acide lactique	1,18	0,91	0,85	1,22	1,10	0,98
Bases volatiles	0,207	0,206	0,271	0,392	0,142	0,272
Matière azotée totale	14,11	15,02	16,14	12,99	14,92	14,20
Glucides facilement hydrolys.	15,6	13,8	13,9	15,5	15,1	14,3
Matières minérales	7,4	6,3	5,4	8,3	6,7	7,0
Cellulose brute	31,1	33,2	35,6	28,7	30,4	33,8

Dans de telles conditions, pour apprécier l'influence des facteurs considérés nous regrouperons dans le tableau n° XIII les moyennes des silos tassés ou non, couverts ou non, drainés ou non.

De l'examen du tableau n° XIII nous pouvons dégager les observations suivantes : pour des pH et acidités totales assez voisines, l'acidité lactique est plus importante dans les silos non drainés. On y constate aussi une forte proportion de bases volatiles qui indique une forte dégradation de la matière azotée.

Si, pour apprécier les pertes de matière sèche, résultant de l'ensilage, on prend le critère de la cellulose brute, il apparaît nettement que les pertes maxima correspond aux silos drainés, les moins élevées sont obtenues avec les silos non drainés.

c) A Vaux-s-Aure.

Nous rappellerons que l'essai réalisé à Vaux-s-Aure avait pour but la comparaison d'ensilages de pulpe établis avec et sans acide formique. On se proposait également de déterminer l'intérêt du drainage dans les deux cas.

L'observation du tableau n° IX montre une nette différence entre les silos qui contiennent de l'acide formique et ceux qui n'ont pas reçu de conservateur.

Les premiers ont un pH plus bas et cependant une acidité totale moins élevée. La teneur en acide butyrique est particulièrement élevée dans les silos 1 et 2, sans conservateur, dont l'acidité totale est surtout composée d'acides volatils.

En ce qui concerne le drainage, il semble que son influence ne soit pas toujours la même suivant que les silos renferment de l'acide formique ou non. Pour les silos 1 et 2, le silo non drainé a une acidité plus faible pour un pH plus bas. Il contient moins d'acide butyrique et plus d'acide lactique que le silo drainé. Dans le cas des silos aditionnés d'acide formique, le premier prélèvement montre une acidité plus forte pour le silo non drainé, en particulier plus d'acide acétique que butyrique. Pour les prélèvements suivants, les silos drainés ou non ont des compositions assez voisines.

2. — Résultats analytiques et appréciation des ensilages.

En l'absence d'une expérimentation directe sur les animaux, nous sommes conduits à donner de nos résultats analytiques une interprétation qui nous permette de les classer tant bien que mal les unes par rapport aux autres.

Nous avons rappelé dans notre précédent travail, quels critères avaient été proposés pour une appréciation des ensilages (4). Ces critères, définis dans une brochure de O.E.C.E., se fondent sur une même notation qui fait intervenir les pourcentages des acides lactique, acétique et butyrique.

S. Z. Zelter (8), pour cette même appréciation, utilise les concentrations en ammoniac, en acide butyrique et en acide lactique.

A la vérité, les recherches poursuivies parallèlement sur les feuilles et collets et sur les pulpes nous montrent pour ces deux ensilages l'existence de caractéristiques différentes, et il nous apparaît difficile de se servir du même critère pour des types différents d'ensilages.

En outre, il faut bien reconnaître que la détermination des acides volatiles est une opération longue et dont la précision est discutée.

C'est la raison pour laquelle, dans le but de réduire le travail de routine nous nous sommes bornés, pour les ensilages de Criquetôt-le-Mauconduit et de Cagny, à donner le pH, l'acide lactique et l'acidité sulfurique qui représentent l'ensemble des acides fixes et volatiles libres.

Dans l'essai d'interprétation qui suit, nous ne manquerons pas de comparer nos estimations à celles qui ont été préconisées par différents auteurs.

A — *pH :*

La valeur du pH est influencée par un très grand nombre de facteurs, de telle sorte qu'avec S. Z. Zelter, nous voyons difficilement comment on peut utiliser les tableaux de références qu'ont donné A.J.G. Barnett (1) et N.D. Dijkstra, cité par S. Z. Zelter (8).

Le premier auteur donne un tableau de correspondance entre le pH et l'acide lactique d'un ensilage de Graminée et de Trèfle. Le second indique les corrélations qui existent entre le pH, NH_3% N Total, l'acide butyrique et l'acide lactique.

« Si les formules algébriques de Dijkstra étaient infaillibles, le test du pH pourrait certainement constituer un procédé d'appréciation commode et satisfaisant », écrit justement S. Z. Zelter qui à juste titre doute de la validité de ce test.

Il suffit de se reporter au tableau n° XI qui rappelle les différences qui existent entre pH et acidité lactique pour comprendre que chaque type d'ensilage pour un même pH renferme des teneurs différentes en acide lactique.

De bons ensilages de pulpes peuvent être caractérisés par un pH se rapprochant de 3,5 tandis que les feuilles et collets ensilés dans les meilleures conditions n'ont pas un pH inférieur à 4

B — *Acide lactique :*

A.J.G. Barnett (1) indique qu'une teneur en acide lactique de 1 à 1,5 % de l'ensilage frais, correspondant à un pH compris entre 3,8 et 4, est un test de la qualité du produit. C'est en fait, une teneur que nous n'avons pas observée pour les pulpes de notre

expérimentation; une pulpe ensemencée en ferments lactiques à Criquetôt-le-Mauconduit renferme 0,45 % de frais en acide lactique; c'est la valeur la plus élevée.

Pour les feuilles et collets, les teneurs les plus élevées ont été obtenues avec les ensilages traités au Norsil et au Sovilon; elles dépassaient 1 % du produit frais. Notons en passant que les pH étaient de 4,1.

$$C - \textit{Rapport} \frac{\textit{Acide lactique}}{\textit{Acide sulfurique}}$$

Dans ce rapport, l'acidité sulfurique représente l'ensemble de l'acidité fixe et volatile libre.

$$\text{Acide sulfurique} = \text{acide lactique} \times \frac{49}{90} + \text{acides volatiles (expr. en acide sulfurique).}$$

En l'absence du dosage des acides volatiles, la détermination de cette acidité facile lorsque le liquide n'est pas trop foncé, permet de former le rapport envisagé que l'on peut considérer comme une évaluation du pourcentage d'acide lactique par rapport à l'ensemble des acides formés au cours de l'ensilage.

Il y a d'ailleurs une certaine corrélation entre ce rapport et le test de l'O.E.C.E. et celui de S.Z. Zelter.

Ainsi, si l'on prend les ensilages réalisés à Vaux-s-Aure, on peut établir le tableau de correspondance entre les différents critères (tableau n° XIV).

TABLEAU N° XIV

Pulpe prélevée le 9 mars 1959	Test OECE	Test Zelter	Rap. ac. lactique / ac. sulfuirq.
Silo drainé, sans acide formiq.	10 - mauvais	8 - mauvais	0,24
Silo non drainé	10 -	11 - médioc.	0,36
Silo drainé, avec acide formiq.	20 - médioc.	15 - bon	0,40
Silo non drainé	20 -	13 - satisfai.	0,41

Rappelons que pour ces ensilages, les acides acétique et butyrique ont été dosé selon la méthode Duclaux.

Pour utiliser le test ZELTER, on a admis que le pourcentage d'azote ammoniacal par rapport à l'azote total est inférieur à 10 %, ce qui est très certainement le cas.

Nous retiendrons de la comparaison des tests du tableau n° IV que si les interprétations diffèrent, le classement de qualité est le même pour les trois critères.

Les valeurs faibles du rapport considéré correspondent à des ensilages de médiocre qualité, mais là encore il faut bien voir que ces valeurs peuvent être sensiblement différentes, en valeur absolue suivant que l'on a affaire à des ensilages de feuilles et collets ou des ensilages de pulpes, moins riches en acide lactique et souvent assez riches en acides volatils.

Donnons quelques valeurs de ce rapport pour des ensilages dont nous connaissons par ailleurs la qualité.

— Ensilages de feuilles et collets :

	Rapport $\frac{\text{ac lactique}}{\text{ac. sulfurique}}$
Feuilles et collets non hachés, très mauvais état	0,5 et au-dessous
Feuilles et collets non hachés avec pulpes, assez bon	0,8 à 1,2
Feuilles et collets hachés, de qualité variable (médiocre à bon)	0,8 à 1,8

On notera que pour les ensilages de Criquetôt-le-Mauconduit, pour le second prélèvement notre rapport est sensiblement plus faible (cf. n° 6, 7, 8 et 9).

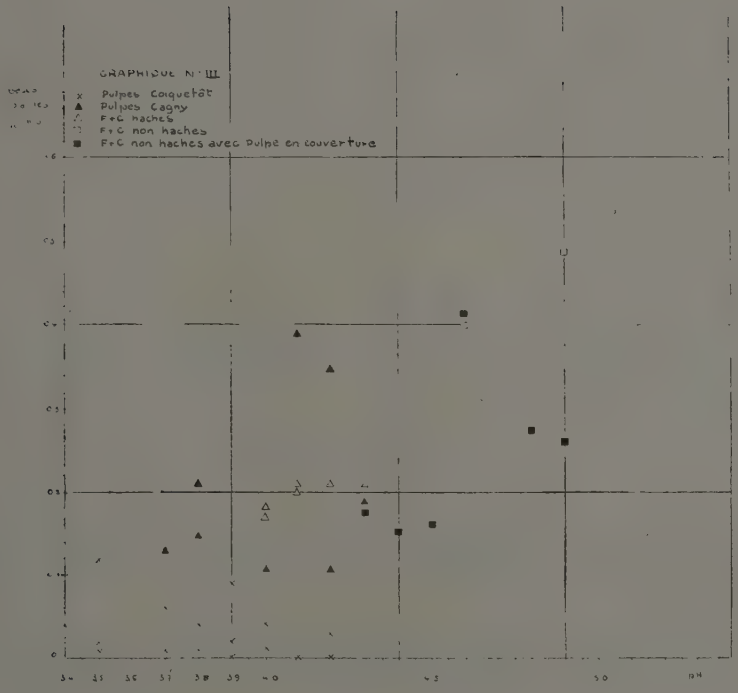
D — *Bases volatiles* :

Nous avons été conduits à doser les bases volatiles selon la technique de M. Jean-Blain (5) dans les ensilages de Criquetôt-le-Mauconduit ainsi que dans ceux des pulpes de Cagny.

Déjà Watson (1932) cité par A.J.G. Barnett (1) avait montré qu'il existait une certaine relation entre les bases volatiles contenues dans divers ensilages et leur pH. Par ailleurs, à la suite des travaux de Kirsh (1930) cité par A.J.G. Barnett, nous étions enclins à penser que dans une certaine mesure la protéolyse était due à des enzymes dont l'action est inhibée par le développement de l'acide lactique. Si l'on se rapporte à nos analyses, nous notons une différence marquée entre la teneur des pulpes ensilées à Criquetôt-le-Mauconduit et celles des feuilles et collets hachés ou non.

Le graphique n° 2 sur lequel nous avons indiqué en abscisses les pH et en ordonnées les teneurs en bases volatiles montre que dans le cas des ensilages que nous avons étudiés la relation n'est pas rigoureuse entre ses deux valeurs. Cependant on observe que les plus fortes concentrations en bases volatiles se trouvent dans les ensilages ayant un pH élevé.

Graphique n° 3



$$E \text{ — } Rapport \frac{N \text{ bases volatiles}}{N \text{ total}} :$$

Ce rapport représente, dans une certaine mesure, à l'instant du prélèvement, l'état de dégradation de la matière azotée.

C'est un critère utilisé par M. Jean-Blain (5). Pour cet auteur, cette dégradation est acceptable lorsque le rapport est de l'ordre de 10 %. L'ensilage est mauvais quand il atteint et dépasse 20 %.

Pour les feuilles et collets non hachés (Criquetôt), de mauvaise qualité, ce rapport se situe entre 18 et 27 %.

Pour les feuilles et collets non hachés sous pulpes, de qualité assez bonne, il se situe entre 6 et 13 %.

Pour les feuilles et collets hachés, il varie de 6 à 8 %.

Pour les pulpes, ce rapport est compris entre 0 et 4 % (Criquetôt).

Les pulpes de Cagny, nettement moins bonnes : 4 et 16 %.

Ces rapides indications suffisent à montrer que le critère considéré a un éventail de variations plus marqué pour les feuilles et collets que pour les pulpes.

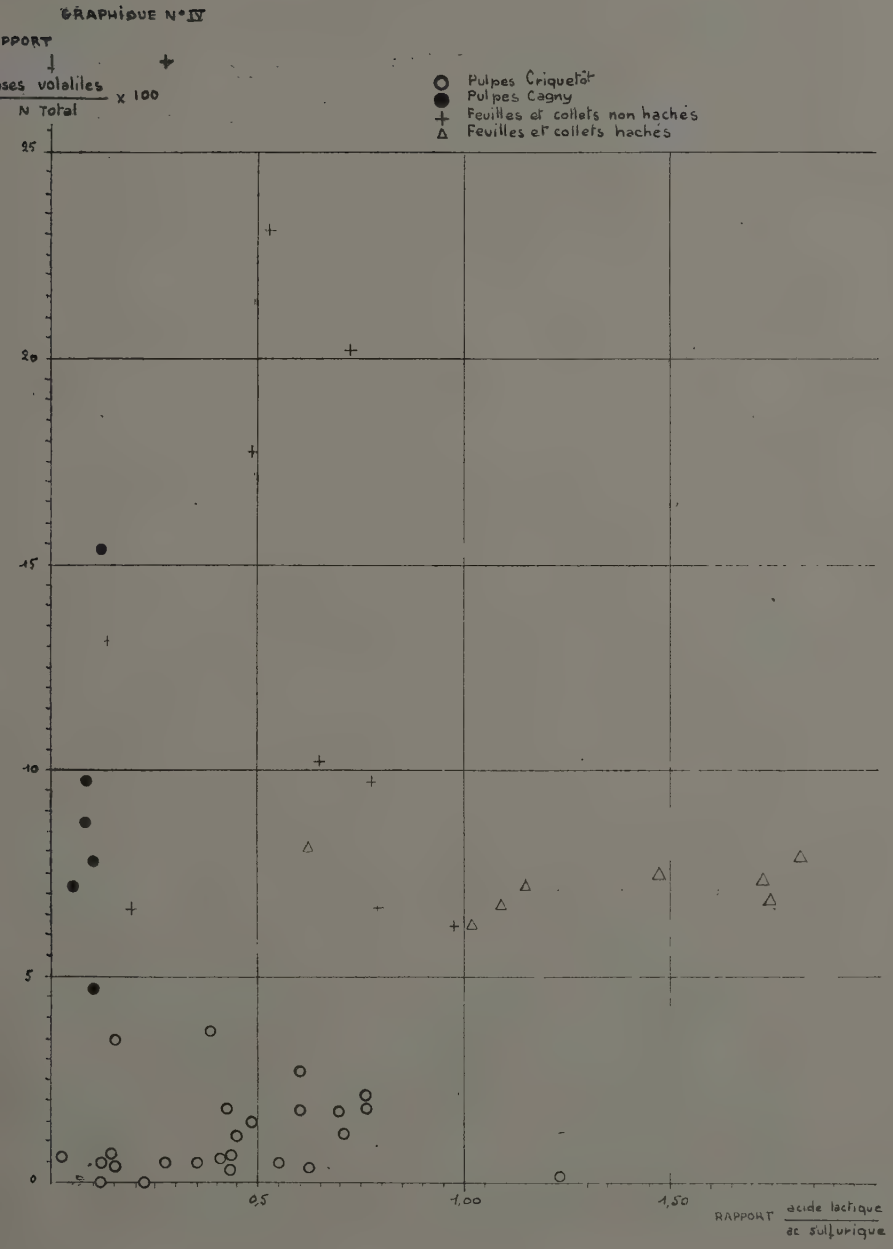
Y a-t-il correspondance entre ce critère et le rapport $\frac{\text{ac. lactique}}{\text{ac. sulfurique}}$?

On considère généralement que la dégradation de la matière azotée est en partie réduite par une teneur élevée de l'ensilage en acide lactique.

Inversement, si le pourcentage d'acide lactique est faible, on aura une matière azotée assez dégradée. C'est ce que l'on constate dans les pulpes de Cagny qui ont un rapport $\frac{\text{N Bases volatiles}}{\text{N total}}$ supérieur à 4 % et un rapport $\frac{\text{acide lactique}}{\text{acide sulfurique}}$ voisin de 0,1.

Pour préciser les correspondances entre ces deux rapports, nous avons établi le graphique n° 4.

Graphique n° 4



Le graphique n° 4 ne fait apparaître aucune corrélation entre ces deux rapports. Ceci peut nous autoriser à penser que l'acide lactique n'est pas le seul facteur de protection contre la protéolyse.

$$F = \textit{Rapport} \frac{\textit{acide lactique}}{\textit{glucides totaux}} :$$

De même que le rapport $\frac{\text{N bases volatiles}}{\text{N total}}$ est un critère susceptible de nous renseigner sur l'état d'altération de la matière azotée dans l'ensilage, le rapport $\frac{\text{acide lactique}}{\text{glucides totaux}}$ peut nous aider à mesurer l'importance de la fermentation lactique, puisqu'il représente le coefficient de transformation.

Dans les pulpes de Cagny, ce rapport est voisin de 7 %.

A Criquetôt-le-Mauconduit, pour les feuilles et collets non hachés il varie de 6 à 23 % avec une moyenne de 16 %.

Pour les feuilles et collets hachés de 19 à 67 % (moyenne 48 %).

Pour les pulpes de 1 à 27 % (moyenne 8 %).

Ce rapport varie dans le même sens que celui $\frac{\text{acide lactique}}{\text{acide sulfurique}}$.

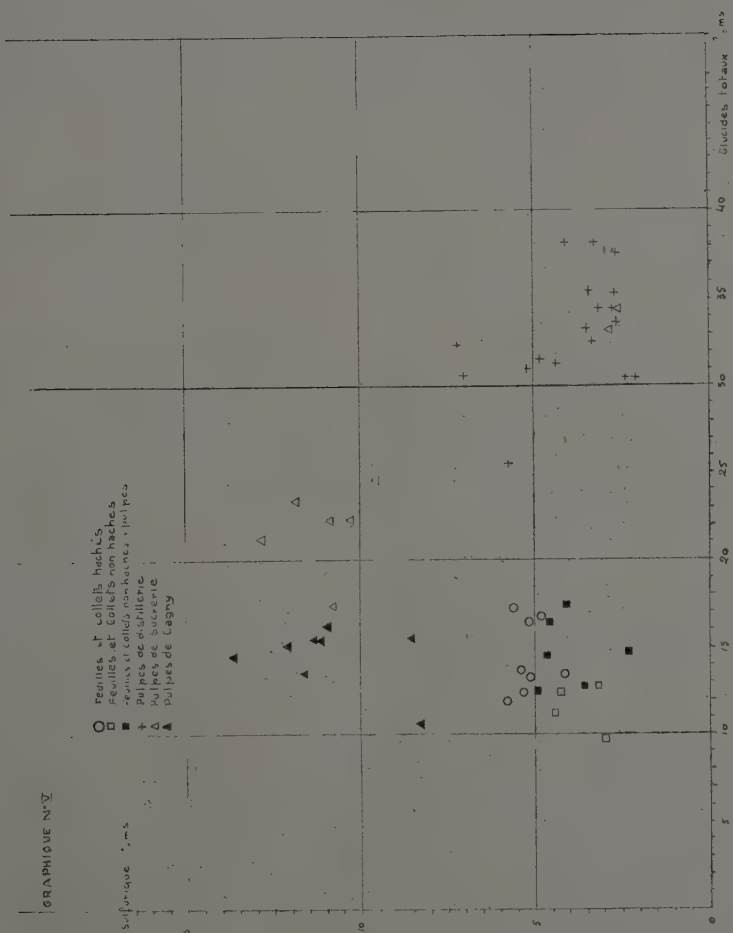
En fait, la comparaison de ces deux rapports permet l'examen des correspondances pouvant exister dans un ensilage entre l'acidité totale et les glucides.

On conçoit bien qu'on ne puisse s'attendre à une relation étroite puisque les fermentations qui se développent à partir des glucides donnent naissance à une acidité fixe ou volatile mais également à du gaz carbonique et autres produits de l'action microbienne.

D'autre part, l'acidité produite par la fermentation des sucres est en partie neutralisée par les bases.

Dans le graphique n° 5 nous avons en abscisses les teneurs en glucides totaux et en ordonnées l'acidité totale exprimée en SO_4H_2 % M.S.

Graphique n° 5



Le graphique n° 5 fait apparaître trois groupes de points correspondants à des rapports $\frac{\text{acide sulfurique}}{\text{glucides totaux}}$ différents : le groupe des feuilles et collets, celui des pulpes de distillerie et celui des pulpes de sucrerie.

L'interprétation de ce résultat n'est pas très facile. Il est toutefois certain que dans le rapport précédent, l'acidité sulfurique correspond à une transformation d'une quantité plus ou moins importante de glucides et qu'à un instant donné, celui du désilage, la comparaison de l'acidité totale et des glucides totaux permet de se faire une opinion sur l'équilibre existant entre les glucides totaux transformés et les glucides totaux qui n'ont pas été atteints par l'activité microbienne.

D'une façon générale, le rapport $\frac{\text{acide sulfurique}}{\text{glucides totaux}}$ augmente au cours de l'ensilage, sauf pour les pulpes de distillerie, mais les acides organiques qui constituent l'acidité totale ne se retrouvent pas dans les mêmes proportions.

Pour les feuilles et collets, cette acidité totale est presque exclusivement lactique.

On déterminera le poids d'acide lactique à partir de SO_4H_2 en multipliant la teneur de SO_4H_2 par le coefficient 1,836, et l'on sait que le glucose est transformé poids pour poids en acide lactique

Il en est de même pour la transformation du glucose en acide acétique et l'on passera du pourcentage d'acide sulfurique au pourcentage d'acide acétique en multipliant SO_4H_2 par le coefficient : 1,224.

En admettant que l'acide butyrique se forme aux dépens de l'acide lactique, dans le rapport de $\frac{88}{180}$, soit 0,488, on peut ainsi se faire une opinion sur l'importance des sucres nécessaires à la formation de cet acide.

Nous n'avons pas la prétention de faire un bilan correct des sucres transformés à partir de la teneur en acide sulfurique, d'autant que, surtout pour les feuilles et collets, outre l'acidité libre, existe une caidité neutralisée par le jus d'ensilage.

Si, compte tenu des considérations précédentes, on se reporte au graphique n° V, on notera que pour une teneur voisine en SO_4H_2, les feuilles et collets ont une teneur en glucides totaux beaucoup plus faible que les pulpes de distillerie (10 à 20 % au lieu de 25 à 40 %).

Comme d'autre part, les feuilles et collets renferment sensiblement moins d'acide butyrique, on est en droit de dire qu'au moment des prélèvements effectués, le coefficient de transformation des sucres en acides est environ deux fois plus élevé pour les feuilles et collets que pour les pulpes de distillerie.

Si l'on compare maintenant les pulpes de distillerie, plus acides et moins riches en sucre au départ ,aux pulpes de sucrerie de Criquetôt et de Cagny, on notera pour ces dernières une teneur en glucides totaux comprise entre 17 et 26 % avec une teneur en acide sulfurique variant de 9 à 13 %. Pour les pulpes de distillerie, cette teneur en acide sulfurique se situe entre 2 et 7,5 %.

Il y a donc plus de sucres transformés en acides pour une pulpe de sucrerie que pour une pulpe de distillerie, et les premières sont en moyenne moins butyriques que les secondes, comme on peut le constater par l'examen des rapports suivants :

Rapport $\frac{\text{acide lactique}}{\text{acide sulfurique}}$	Maxim.	Moyenne	Minimum
I Pulpes de sucrerie de Criquetôt	27 %	17 %	1 %
Pulpes de sucrerie de Cagny	21 %	9 %	5 %
II Pulpes de distillerie de Criquetôt	14 %	6 %	1 %

Le comportement différent de ces deux pulpes résulte probablement des traitements différents qu'elles ont subies.

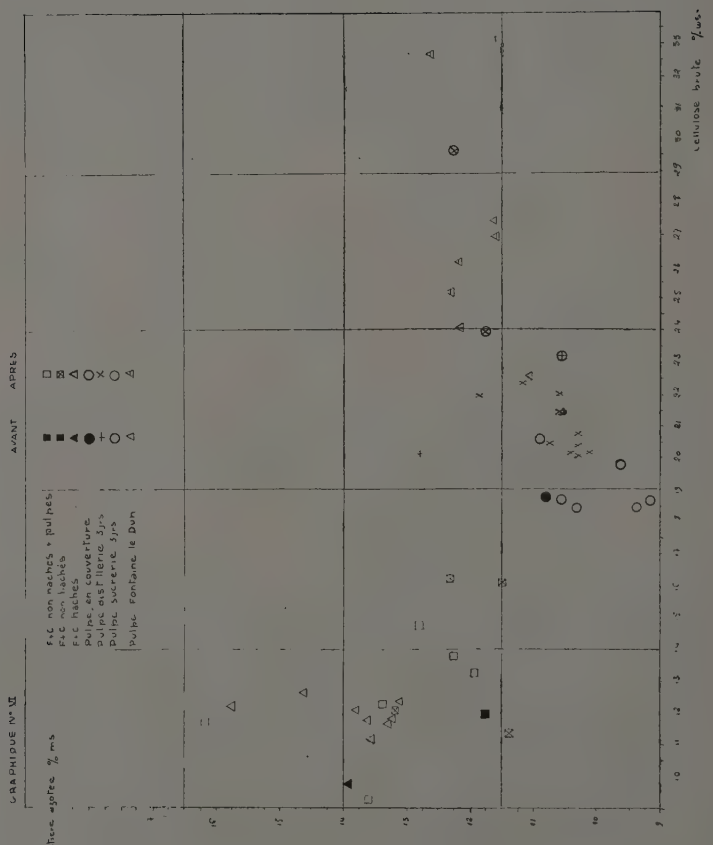
G — *Rapport* $\frac{\textit{cellulose brute}}{\textit{matière azotée totale}}$

Dans notre précédente étude, nous avons cherché à apprécier la valeur fourragère de l'ensilage et dans ce but, nous avons utilisé un certain nombre de coefficients dont le moins qu'on puisse dire est qu'ils conduisaient, à partir de l'analyses alimentaire, à des résultats assez contradictoires.

C'est la raison pour laquelle nous ne nous sommes pas engagés dans ces évaluations. Les critères de qualités que nous venons d'examiner concernant l'évolution même des processus qui interviennent dans l'ensilage.

La comparaison du pourcentage de matière azotée totale à celui de la cellulose brute semble avoir un double intérêt : d'une part le rapport $\frac{\text{matière azotée totale}}{\text{cellulose brute}}$ est une mesure valable du

Graphique n° 6



taux de matière azotée digestible dans l'ensilage; d'autre part, il est susceptible de nous renseigner sur la nature des pertes qui se produisent au cours de l'ensilage.

Dans la plupart de nos ensilages, les pertes ont surtout porté sur les glucides de telle sorte que par rapport au fourrage avant ensilage, le produit ensilé renfermait souvent un pourcentage de matière azotée totale et de cellulose brute plus élevé.

Mais il faut bien voir que les glucides en C_6 ne sont pas les seuls à être utilisés pour l'activité microbienne. Certains micro-organismes s'attaquent aux pentoses; c'est le cas notamment du *Lactobacillus pentoacetique* que l'on trouve dans les betteraves. S. Orla-Jensen cité par A. Voisin (7), estime que ces pentoses proviennent des pectines, hémicelluloses et autres pentosanes. Or ce que nous appelons cellulose brute est une substance complexe renfermant des pentosanes. Il n'est donc pas étonnant qu'on observe parfois une diminution du taux de cellulose brute dans la matière sèche du fourrage ensilé.

C'est probablement la raison pour laquelle la cellulose brute ne peut être utilisée comme l'élément fixe dans l'appréciation des pertes de l'ensilage des verts et des pulpes.

Cette appréciation n'a pas été envisagée lorsque nous avons établi le graphique n° VI dans lequel le taux de cellulose brute est porté en abscisses et celui de matière azotée totale l'est en ordonnées.

Les teneurs élevées en matière azotée totale, faibles en cellulose brute, correspondent à des ensilages de haute valeur fourragère, tout au moins théoriquement, car l'appétence est un facteur important dont il n'est pas tenu compte ici.

L'examen du graphique n° VI montre que d'une façon générale le taux de cellulose brute augmente au cours de l'ensilage. Les teneurs en matière azotée totale varient différemment suivant la nature du fourrage ensilé. Elles s'accroissent dans le cas des feuilles et collets non hachés couverts de pulpes et pour les pulpes de sucrerie. Par contre, elles diminuent pour la plupart des feuilles et collets hachés et pour toutes les pulpes de distillerie.

En ce qui concerne le rapport $\frac{\text{matière azotée totale}}{\text{cellulose brute}}$, il conserve sa valeur initiale après ensilage pour les feuilles et collets non hachés sous pulpes, ce qui indique une évolution parallèle des matières azotées et de la cellulose brute. Cependant pour le silo

non couvert où la teneur en cellulose est moins élevée après ensilage, ce rapport augmente. Dans le cas des feuilles et collets hachés et pour les pulpes, il diminue.

En conclusion, on peut dire que lorsque les teneurs en matière azotée et en cellulose brute augmentent par rapport à leur pourcentage dans le fourrage initial les pertes ont surtout porté sur les glucides.

Le rapport $\frac{\text{matière azotée totale}}{\text{cellulose brute}}$ nous renseigne sur la façon dont les pertes se manifestent comparativement pour ces deux composants.

Lorsque ce rapport est plus faible pour la matière désilée que pour le fourrage vert, on doit estimer qu'il y a une digestibilité moins grande de la matière azotée totale.

V. — CONCLUSIONS

Nous nous bornerons dans nos conclusions à dégager les conseils pratiques qui résultent de nos recherches expérimentales et analytiques.

Dans la pratique agricole, on pose le problème de la couverture des silos, de leur tassement, de l'emploi des conservateurs, du drainage, du hachage et du mélange des verts et des pulpes.

C sont les différents points que nous examinerons.

1 — COUVERTURE DU SILO

Il ne semble pas qu'on puisse discuter l'avantage d'assurer au silo une protection contre les eaux de pluie. Le lessivage de l'ensilage a pour conséquence une perte importante de substances nutritives solubles, notamment des sucres et de l'acide lactique dont le départ favorise le développement de la fermentation buty rique et l'apparition de moisissures.

Il suffit de se reporter aux chiffres de nos tableaux pour se rendre compte par exemple, que pour les silos de Criquetôt-le-Mauconduit, les ensilages couverts et non couverts de feuilles et collets non hachés recouverts de pulpe présentent des différences qui marquent bien l'avantage d'une couverture valable.

En ce qui concerne les feuilles et collets non hachés, le rapport $\frac{\text{ac. lactique}}{\text{ac. sulfurique}}$ est sensiblement plus élevé pour l'ensilage couvert que pour le non couvert.

Au premier désilage, respectivement 0,99 et 0,78 ; au deuxième désilage 0,19 et 0,14.

Pour le silo couvert, l'acide lactique et les glucides totaux. solubles et facilement hydrolysables représentent au premier désilage environ les 2/3 des sucres totaux du fourrage avant ensilage et 45 % au deuxième désilage, avec un pourcentage d'acile lactique respectivement de 2,3 % et de 7,0 % par rapport aux sucres totaux. Perte de matière sèche = 51,8 %.

Si maintenant on examine ce qui s'est passé pour la pulpe qui était en couverture de ces deux silos, on notera des différences beaucoup moins importantes.

Si l'on compare maintenant les 4 silos couverts de Cagny aux 4 silos non couverts, on remarquera que la somme acide lactique + glucides totaux est un peu plus élevée dans les pulpes abritées (16,8 %) que pour les pulpes non abritées (14,8 %).

Le lessivage plus marqué des silos non couverts se manifeste sur des substances autres que la matière azotée totale et la cellulose brute qui ont une teneur plus élevée dans les silos non couverts.

En bref, on doit conclure que la protection d'un silo contre les intempéries est une nécessité qui s'impose davantage pour les feuilles et collets que pour les pulpes.

Cette constatation ne doit pas nous conduire à encourager l'abandon des pulpes sur le sol, sans abri, dans la cour de ferme, comme on le voit trop souvent.

2 — TASSEMENT DU SILO

Ce tassement est d'autant plus nécessaire que le fourrage à ensiler est pauvre en eau. C'est le cas notamment de feuilles et collets ayant subi une certaine dessication dont le taux de matière sèche est de 25 à 30 %. Dans ce cas, un tassement très énergique s'impose pour éliminer au maximum les poches d'air.

Le mauvais comportement des feuilles et collets non hachés est dû en partie aux difficultés de tassement que l'on rencontre à un moindre degré avec du fourrage haché.

Quant au tassement des pulpes, il ne nous apparaît pas facile par suite du pourcentage élevé d'humidité qu'elles renferment.

A Cagny, les 4 silos de pulpes qui ont subi un tassement ont donné un ensilage meilleur que celui des 4 silos dont la pulpe n'a pas été tassée : pH plus bas (3,9 au lieu de 4,1), acidité lactique plus élevée (1,1 % au lieu de 0,98 %) mais surtout acidité volatile moindre (en SO_4H_2 : 10,1 au lieu de 10,6 %), une teneur moindre en bases volatiles (0,142 % au lieu de 0,272 %), une somme acide lactique + glucides totaux plus élevée (16,2 % au lieu de 15,3 %),

$$\text{Rap.} \frac{\text{ac. lactique}}{\text{ac. sulfurique}} = 0{,}11 \text{ au lieu de } 0{,}09.$$

3 — DRAINAGE

On conseille ordinairement le drainage des silos. L'accumulation des jus à la partie inférieure entraîne souvent la pourriture du fourrage.

Il n'est pas douteux que dans une certaine mesure le liquide du jus chasse l'air qui séjourne à l'intérieur du silo et gêne la respiration cellulaire, et peut favoriser l'apparition de moisissures.

Concernant l'utilité du drainage, A.J.G. Barnett (1) rappelle les conclusions de Dijkstra qui a particulièrement étudié le comportement du fourrage à l'intérieur de silos drainés et de silos clos

remplis d'un mélange de Trèfle et de Graminées. Les pertes en matière sèche, en matière organique, en matières azotées totales, en cellulose brute, sont un peu plus importantes dans les silos drainés. En équivalent amidon, les pertes sont de 27,8 % pour les silos drainés et de 21,6 % pour les silos clos.

A.J.G. Barnett n'en préconise pas moins le drainage surtout lorsque l'on utilise le procédé A.I.V. (emploi d'acides minéraux); il est d'accord avec les praticiens qui estiment qu'ils obtiennent un meilleur ensilage en drainant.

Dans notre précédent travail, nous avons rappelé les formules proposées par Kapelle (1952), cité par A.J.G. Barnett, qui estime qu'il est possible de calculer les pertes dues au drainage :

Pourcentage des pertes en matière sèche dans le liquide de drainage = $0{,}025\ (x - 200) + 0{,}7$

Pourcentage des pertes en matière azotée totale
= $0{,}038\ (x - 200) + 0{,}3$

où x est la quantité d'eau correspondant à 100 kg. de matière sèche ensilée.

Pour les feuilles et collets, x est voisin de 500

Pertes de matière sèche	=	7,7 %
Pertes de matière azotée totale	=	11,3 %

Pour les pulpes x est voisin de 1000

Pertes de matière sèche	=	20,7 %
Pertes de matière azotée totale	=	30,7 %

Ces formules, si elles sont applicables aux sous-produits de la betterave sucrière montrent l'importance des pertes des fourrages humides.

Elles semblent montrer l'intérêt d'un préfanage pour les feuilles et collets, à condition bien entendu de disposer d'un moyen énergique de tassement.

Quand nous traiterons du mélange éventuel des pulpes et des feuilles et collets, nous ne devrons pas oublier que les pulpes apportent une masse d'eau importante et qu'elles augmentent le drainage.

A Criquetôt-le-Mauconduit, l'influence du drainage sur l'ensilage de feuilles et collets non hachés avec pulpes en couverture (silos n°s 2 et 3) n'est pas facile à dégager, car nous ne pouvons préciser l'importance respective des pertes de jus dans ces deux silos, une certaine quantité de liquide ayant été absorbée par le sol non cimenté. Les pertes sont plus importantes pour le silo n° 3.

A Cagny, si l'on compare les 4 silos de pulpes drainés aux 4 silos non drainés, on note respectivement :

— pour les silos drainés :

$$\text{rapp.} \frac{\text{N bases vol.}}{\text{acide lactique}} = 1{,}8\ \%$$

$$\text{rapp.} \frac{\text{acide lactique}}{\text{acide sulfurique}} = 0{,}08\ ;$$

— pour les silos non drainés :

$$\text{rapp.} \frac{\text{acide lactique}}{\text{acide sulfurique}} = 0{,}11\ ;$$

$$\text{rapp.} \frac{\text{N bases vol.}}{\text{N}} = 3\ \%$$

Les silos drainés et non drainés ont sensiblement le même pH (4 et 4,1) ; la matière sèche moyenne est un peu plus élevée dans les silos drainés (9,3 au lieu de 8,5 %). Ils diffèrent surtout par leurs matières minérales (respectivement 5,4 et 8,3) et leur cellulose brute (35,6 au lieu de 28,7 %).

Ces données conduisent à penser que pour l'ensemble de 8 silos, ceux qui sont drainés ont subi un lessivage plus important, qui a respecté davantage la cellulose brute.

L'influence du drainage est peut-être plus nette à Vaux-s-Aure comme le montre le tableau n° XV.

TABLEAU N° XV

	Rapport $\frac{\text{acide lactique}}{\text{acide sulfurique}}$		
I Silos drainés	1er prélèv.	2e prélèv.	3e prélèv.
Avec acide formique	0,31	0,40	0,50
Sans acide formique	0,25	0,23	0,20
II Silos non drainés			
Avec acide formique	0,35	0,40	0,52
Sans acide formique	0,37	0,36	0,45

Les indications du tableau précédent montrent une grande analogie entre les silos drainés et non drainés avec acide formique. Le silo non drainé sans acide formique paraît donner un fourrage de meilleure qualité que le silo drainé sans acide formique. Le silo drainé sans acide formique est aussi plus riche en acide butyrique.

Il semble que le drainage ne soit avantageux que pour le silo formiqué.

Malgré les résultats que nous rappelons ci-dessus, résultats obtenus par des prélèvements effectués dans la partie supérieure du silo, la plus sèche, nous ne devons pas oublier que dans le cas des pulpes, par exemple, l'importance des jus de drainage représente une quantité d'eau importante qui stagne dans le fond des silos, déterminant une pourriture de la masse ensilée.

L'importance du fourrage susceptible d'être détérioré sera d'autant plus grande que le silo sera plus étalé.

Ceci est un point capital dont il faudra tenir compte dans les réalisations pratiques de l'ensilage.

Ces considérations sont en faveur d'un drainage de la majorité des silos, tant ceux de pulpes que bien entendu ceux de collets, pour ce dernier cas, le drainage étant absolument indispensable

4 — **Intérêt des Conservateurs.**

A Criquetôt-le-Mauconduit, nos essais ont porté à la fois sur des feuilles et collets et sur des pulpes, les unes et les autres ensilées sans conservateur, avec du Sovilon, avec du Norsil, du Métabisulfite. Voici les appréciations que l'on peut donner de ces ensilages, après regroupement des résultats dans le tableau n° XVI.

TABLEAU N° XVI

	rap. $\frac{\text{acide lactique}}{\text{acide sulfurique}}$		N Bases vol. / N Total × 100		Pertes % M. S.
	1er prélèv.	2e prélèv.	1er prélèv.	2e prélèv.	2e prélèv.
Feuilles et collets hachés					
Sans conservateur	1,74	1,09	7,4	6,7	62,8
Avec métabisulfite	1,48	0,63	7,5	8,1	60,4
Avec Sovilon	1,82	1,15	7,9	7,3	52,2
Avec Norsil	1,75	1,03	6,9	6,3	38,7
Pulpes de distillerie					
Sans conservateur	0,60	0,12	1,8	0,5	53,2
Avec métabisulfite	0,76	0,35	1,8	0,5	51,4
Avec Sovilon	0,71	0,27	1,2	0,5	48,3

Il semble que l'utilisation des conservateurs ne donne pas les mêmes résultats suivant qu'il s'agisse des feuilles et collets ou des pulpes.

Le Sovilon augmente la proportion d'acide lactique dans l'acidité totale pour les feuilles et collets. C'est le métabisulfite qui semble jouer ce rôle pour les pulpes.

Le Norsil diminue le rapport $\frac{\text{azote des bases volatiles}}{\text{azote total}}$ pour les feuilles et collets.

En ce qui concerne les pertes de matière sèche, elles sont peu influencées par les conservateurs dans le cas des pulpes, par contre il semble que celles des feuilles et collets soient beaucoup moins importantes avec le Norsil. Elles sont aussi sensiblement diminuées par l'emploi du Sovilon.

A la sucrerie de Fontaine-le-Dun, nous avons eu deux lots de pulpes, l'un ensemencé en ferments lactiques, l'autre non. Il n'y a pas de différence sensible entre les valeurs des rapports

$$\frac{\text{acide lactique}}{\text{acide sulfurique}} \text{ et } \frac{\text{N Bases volatiles}}{\text{N total}}.$$

5 — **Mélange de verts et de pulpes.**

Les essais de Criquetôt-le-Mauconduit ont démontré une fois de plus la nécessité de mélanger de la pulpe en couverture à des feuilles et collets non hachés.

En ce qui concerne le mélange des feuilles et des collets hachés à de la pulpe, les résultats obtenus dans notre travail précédent ne sont pas favorables à ce mélange qui entraîne des pertes plus importantes de matière sèche et de protéïne digestible.

Un argument en faveur du mélange des feuilles et collets hachés et de la pulpe nous semble être le suivant. Dans l'étude récente où il a résumé les observations faites au cours d'une expérimentation qui a duré trois ans, M. Simon (6) insiste sur le fait que le « hachage des feuilles et collets donne un ensilage de qualité impeccable. Le bétail ne le mange cependant pas volontiers, de telle manière que l'engraissement est moins rapide qu'avec du silage ordinaire de feuilles et collets et pulpes. Pour ce motif, le hachage des feuilles et collets ne peut être recommandé ».

La raison de cette consommation plus grande du mélange se trouve peut-être dans l'odeur un peu butyrique de la pulpe qui, lorsqu'elle n'est pas trop marquée, est bien acceptée du bétail

Si l'appétibilité du mélange est meilleure, elle peut compenser, dans une certaine mesure, les pertes observées lorsqu'on ajoute de la pulpe à des feuilles et collets hachés. Dans l'état actuel des recherches sur la production fourragère, on prend de plus en plus conscience de l'importance du goût des animaux et peut-être vaut-il mieux récolter moins d'un fourrage plus apprécié.

En terminant le présent travail, nous pensons qu'il est bon de préciser les obstacles que nous avons rencontrés dans l'étude des divers facteurs qui agissent sur les pertes et la qualité de l'ensilage.

Ces difficultés, des chercheurs comme A.J.G. Barnett les ont tournées en expérimentant sur de petites quantités de fourrage (1 à 2 kg.) dans un appareillage de laboratoire.

Mais une telle façon de faire est critiquable en ce sens que l'ensilage de la pratique agricole comporte une masse qui manifeste un certain « effet tampon » à l'action des différents facteurs mis en jeu.

C'est ce qu'ont bien compris les chercheurs écossais comme P.M. Donald et P.R. Attwood (3) qui ont fait construire un ensemble de quatre silos expérimentaux, dont chacun peut contenir 1000 kg. d'herbe fraîche. Il est possible de peser chacun des silos à chaque moment au cours de l'ensilage, avec une précision de 100 gr.

Dans nos propres recherches, nous avons retrouvé le problème de l'échantillonnage plus particulièrement pour les feuilles et collets hachés; nous avons évoqué ce problème dans notre précédent travail.

Nos prélèvements auraient dû porter à chaque fois sur plusieurs échantillons et être analysés séparément de façon à dégager une valeur moyenne et l'écart de cette moyenne.

Nous n'ignorons pas que les comparaisons faites des différents facteurs mis en œuvre (conservateurs, couverture, drainage, etc..) eussent nécessité quatre ou cinq répétitions. Les moyens dont nous disposions ne nous ont pas permis la réalisation d'une expérimentation correcte.

L'absence d'expérimentation sur des animaux est également regrettable.

Nous ferons également remarquer qu'un facteur peut être difficilement isolé de l'ensemble des autres. Ainsi, d'après A.J.G. Barnett, l'utilisation de la technique A.I.V. (acides minéraux(, implique un bon drainage. A Vaux-s-Aure, l'emploi d'acide formique a donné de meilleurs résultats dans les silos drainés que dans les silos non drainés.

Le préfanage implique un tassement très énergique.

Quoi qu'il en soit, nous pensons que le nombre de prélèvements effectués et des analyses réalisées au cours de ce travail nous rendait passible la mise en évidence de certaines corrélations ou de l'absence de corrélations.

Nous avons pleinement conscience que les recherches à poursuivre sur l'ensilage des feuilles et collets et des pulpes doivent être continuées avec des moyens sensiblement accrus si l'on veut résoudre valablement les problèmes techniques et pratiques qu'il pose.

BIBLIOGRAPHIE

(1) BARNETT (A.J.G.). — Silage fermentation.
Butterworths scientific publicatons. Londres 1954. 208 p., 52 fig. LV tableaux.

(2) BARRET (A.). — Problèmes bactériologiques dans les ensilages de fourrages. C.R. des journées d'études sur la conservation des fourrages. Association française de Zootechnie. Paris. Juin 1952. 216-219.

(3) DONALD (P.M.) et ATTWOOD (P.R.). — An experimental silo-unit for the continuous measurement of losses occuring during ensilage.
Journal of British Grassland Society. Juin 1956, pp. 115-117.

(4) HEDIN (L.), LEFEBVRE (J.M.) et DUVAL (Mlle E.). — Recherches sur l'ensilage des pulpes, des feuilles et des collets de betteraves sucrières.
Publication de l'Institut Technique Français de la Betterave industrielle. Comité scientifique de 1956. pp. 79-183.

(5) JEAN-BLAIN (M.) et URTINETTE (A.). — L'analyse physico-chimique des ensilages. Bulletin Technique d'Information des Ingénieurs des Services Agricoles, n° 125, décembre 1957, pp. 677-699.

(6) SIMON (M.). — Comment valoriser au maximum les feuilles, les collets et la pulpe de betterave sucrière ?
Publications techniques de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la betterave. 1957, pp. 149-176.

(7) VOISIN (A.). — Aspects biochimiques de l'ensilage.
Comptes-rendus des journées d'études sur la conservation des fourrages. Association française de Zootechnie. Paris. Juin 1952, pp. 119-201.

(8) ZELTER (S.Z.). — Détermination de la qualité d'un ensilage. Point de vue chimique. C.R. des journées d'études sur la conservation des fourrages.
Association française de Zootechnie. Paris. Juin 1952. pp. 220-233.

(9) Grassland Management. — Including the Establishment of pastures and the conservation of grasses.
O.E.C.E. 1954, pp. 84-85.

Pour les techniques de construction du silo voir l'intéressant article :

(10) Recherches sur l'ensilage.

Bulletin de l'I.O.S.T.A. Mai-Juin 1956, pp. 25-34.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Interaction de la Fumure organique et de la fumure azotée, par G. Barbier 3

Etude de l'action nutritive d'éléments traces sur la betterave en l'absence de symptômes de carence, par G. Barbier et L.-A. Durgeat 5

Travaux effectués à la Station Centrale de Physiologie Végétale, par Henri Duranton 9

Le désherbage des betteraves sucrières, par R. Longchamp 13

Recherches sur la sélection de la betterave sucrière, par J. Margara, H. Laby et H. Touvin 15

Travaux réalisés au cours de l'année 1958 à la Station Centrale de Pathologie Végétale

I Cercospora de la betterave, par H. Darpoux, M. Arnoux, A Lebrun 25

II Essais de désinfection des glomérules de betterave, par H. Darpoux et A. Lebrun 33

III Jaunisse de la betterave, par E. Perdrizet et C. Martin 35

Recherches poursuivies en 1958 sur les insectes nuisibles à la betterave, par L. Bonnemaison et R. Cayrol 39

Travaux accomplis sur la mouche de la betterave « Pegomyia betea Curtiss », par J. Missonnier 41

L'utilisation des sous-produits de la betterave industrielle en Seine-Maritime, par L. Hedin, Mlle E. Duval et S. Wattiez 43

Nouvelles recherches expérimentales et analytiques sur l'ensilage des pulpes, des feuilles, et des collets de betteraves sucrières, par L. Hedin et Mlle Duval 57

LES IMPRESSIONS
PIERRE BOURSIN
19, RUE J.-J.-ROUSSEAU
PARIS-1er